

الكيويات كنز

السادس التطبيقى



الاستاذ
مهند على السودانى

07703073877



موقع طلاب العراق

الجزء الاول

الفصول الثلاث الأولى



WWW.IQ-RES.COM



@iQRES

قناتنا على التلي كرام

موقع طلاب العراق



الاستاذ مُهَنَّدٌ عَلِي السُّودَانِي

07703073877

2019



تباع النسخة للطالب

9 الاف دينار

انتباه

عند اقتناء ملزمتك من دار المغرب تأكد من وجود
(**الجلدة المدورة اللاصقة**)
في وجه الغلاف غير ذلك تعتبر الملزمة غير كاملة و مزورة

مطبعة دار المغرب

بغداد - السعدون

07702729223

WWW.IQ-RES.COM

الموقع التعليمي الاول على مستوى العراق



موقع طلاب العراق

” (... شارك رابط موقعنا ...)
مع اصدقائك لتعم الفائدة
ولا تنسونا من صالح دعائكم
“

نتائج

كتب

ملازم

أخبار

أسئلة

التعليم العالي

وزارة التربية

تابعونا ..



@iQRES



/ iQRES



/ NTAAj.iQ

كل ما ينشر في موقعنا من محتوى هو مجاني ولخدمة الطالب العراقي

مُهَنْدَعِي السُّودَانِي



موقع طلاب العراق

الفصل الاول الثرموداينمك



ملائمة دار المغرب
07702729223

الفصل الاول الثرموداينمك

1-1 الثرموداينمك

علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها ويهدف نحو تحويل أكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى أنواع أخرى من الطاقات مثل تحويل الطاقة الحرارية الى الطاقة الميكانيكية للاستفادة منها في عمل المحركات.

س / ما هي الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك؟

- 1- سبب حدوث التفاعلات الكيميائية.
 - 2- التنبؤ بحدوث التغيرات الكيميائية والفيزيائية عندما توجد مادة او اكثر تحت شروط معينة.
 - 3- حدوث بعض التفاعلات التلقائية وغير التلقائية عند نفس الظروف.
 - 4- سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية.
- ملاحظة / لا يهتم علم الثرموداينمك بعامل الزمن الذي يستغرقه التفاعل فهو يبنى فقط أمكانية حدوث التفاعل من عدمه.

أنواع الطاقة.

- 1- الطاقة الكامنة : هي التي تشمل جميع الطاقة الكيميائية المخزونة في جميع أنواع المواد وجميع أنواع الوقود.
 - 2- الطاقة الحركية : هي التي تشمل طاقة جميع الأجسام المتحركة مثل الجزيئات والماء المتحرك والسيارات والطائرات.
- للتوضيح : تتحول الطاقة الكامنة في الماء إلى طاقة حركية إذا تم تحريك الماء من اعلي الشلال إلى أسفله لأن الطاقة الناتجة وهي الحركية يمكن أن تدور المحرك لتوليد الطاقة الكهربائية
- وعليه تم استنتاج القانون الاول ← **(القانون الاول في علم الثرموداينمك)**
- (الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكل إلى آخر)**

2-1 وحدات الطاقة ودرجات الحرارة.

وحدة الجول : هي وحدة الطاقة حسب النظام الدولي للوحدات ويرمز لها (J) ويعبر عنه كالآتي

حيث Kg وحدة الكيلو غرام m وحدة المتر S وحدة الثانية

$$1J = 1Kg. m^2 / S^2$$

الطاقة الحركية (KE) : هي حاصل ضرب نصف الكتلة (Kg) في مربع السرعة { V (m/s) }

$$KE = 1/2 m. V^2$$

مثال : إذا تحرك جسم كتلته 4Kg مسافة متر واحد خلال ثانية واحدة فما هي مقدار الطاقة الحركية؟ **الحل/**

$$KE = \frac{1}{2} m. V^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4Kg \times (1m/1s)^2 = 2 (kg.m^2/s^2) = 2 J$$

درجة حرارة الكلفن : هي درجة الحرارة بوحدة الكلفن (K) ويرمز لها بالحرف T وتعتبر درجة الحرارة المستخدمة في الترموداينمك ويتم حسابها من درجة الحرارة السيليزية باستخدام العلاقة التالية

$$T (K) = t (C^{\circ}) + 273$$

3-1 بعض المصطلحات الترموداينمكية

- النظام :** هو عبارة عن جزء معين من الكون يتكون من المادة او المواد المشتركة في حدوث تغيرات فيزيائية وكيميائية محدودة داخل حدود معينة قد تكون حقيقية او تخيلية.
- المحيط :** كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه من التغيرات الفيزيائية او الكيميائية.
- المجموعة (الكون) :** هي النظام + المحيط .
- النظام المفتوح :** هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مثل أناء معدني مفتوح يحتوي ماء مغلي.
- النظام المغلق :** هو النظام الذي تكون فيه الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتغير مادة النظام مثل إناء معدني مغلق يحتوي ماء مغلي.
- النظام المعزول :** هو النظام الذي لا تسمح حدوده بتبادل الطاقة ولا المادة مثل الثرموس.
- خواص النظام :** هي المتغيرات الفيزيائية للنظام التي من الممكن ملاحظتها أو قياسها مثل عدد مولات المادة أو المواد الموجودة في النظام أو الحالة الفيزيائية مثل الحجم والضغط و الحرارة.

4-1 الحرارة Heat

هي احد أشكال الطاقة الشائعة في حياتنا اليومية ويرمز لها (q) وهي تمثل انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين مختلفين في درجة الحرارة .

درجة الحرارة : هي مقياس الطاقة الحرارية .

- تتناسب الحرارة المفقودة او المكتسبة لجسم ما طرديا مع التغير في درجات الحرارة ويرمز للتغير بالرمز (Δ) الذي يوضع قبل رمز الدالة المتغيرة وبالشكل الاتي

$$\Delta T = T_f - T_i$$

حيث T_f درجة الحرارة النهائية و T_i درجة الحرارة الابتدائية .

لذا التناسب بين الحرارة (q) والتغير في درجة الحرارة يمكن كتابته على الصورة التالية

$$(q) \propto \Delta T \quad \text{-----1}$$

ويحول التناسب الى مساواة بضرب ΔT بثابت تناسب يدعى السعة الحرارية C

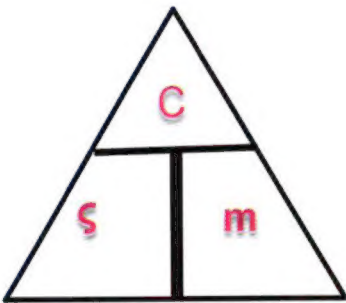
$$(q) = C \cdot \Delta T \quad \text{-----2}$$

وترتبط السعة الحرارية (C) مع الحرارة النوعية (c) بالعلاقة التالية

$$^{\circ}C = c \times m \quad \text{-----3}$$

وبتعويض معادلة 2 في معادلة 3 نحصل على العلاقة التالية

$$q(J) = c (J/g.^{\circ}C) \times m(g) \times \Delta T (C)$$



س/ ما المقصود بالسعة الحرارية ؟ الحرارة النوعية ؟

السعة الحرارية : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها غرام من اي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها (J/°C).

الحرارة النوعية : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها غرام واحد من اي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها (J/g.°C).

المسائل الخاصة بكمية الحرارة والحرارة النوعية والسعة الحرارية

مثال 1-1 ما مقدار الحرارة الناتجة بوحدة (KJ) من تسخين قطعة من الحديد كتلتها 870g من 5°C الى 95°C علما ان الحرارة النوعية للحديد 0.45J/g.C ؟

الحل / نجد التغير في درجات الحرارة

$$\Delta T = T_f - T_i = (95 - 5) = 90^\circ\text{C}$$

وباستخدام العلاقة التالية نحسب كمية الحرارة

$$q(\text{J}) = \zeta (\text{J/g.C}^\circ) \times m(\text{g}) \times \Delta T (^\circ\text{C})$$

$$q(\text{J}) = 0.45 (\text{J/g.C}^\circ) \times 870(\text{g}) \times 90 (^\circ\text{C}) = 35235 \text{ J}$$

والحرارة المستهلكة من تسخين قطعة الحديد بوحدة J كالآتي

$$q(\text{KJ}) = \frac{35235 \text{ J}}{1000\text{J/kJ}} = 35.235 \text{ kJ}$$

المعطيات

$$q = ? \quad m = 870 \text{ g}$$

$$T_i = 5^\circ\text{C} \quad T_f = 95^\circ\text{C}$$

$$\zeta = 0.45 \text{ J/g.C}^\circ$$

تمرين 1-1 تغيرت درجة حرارة المغنسيوم كتلتها 10g من 25°C الى 45°C مع اكتساب حرارة مقدارها 205 J احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنسيوم ؟

الحل / نجد التغير في درجات الحرارة

$$\Delta T = T_f - T_i = (45 - 25) = 20^\circ\text{C}$$

وباستخدام العلاقة التالية

$$q(\text{J}) = \zeta (\text{J/g.C}) \times m(\text{g}) \times \Delta T (^\circ\text{C})$$

$$\zeta (\text{J/g.C}) = \frac{q}{m \times \Delta T} = \frac{205 \text{ J}}{10\text{g} \times 20 (^\circ\text{C})} = 1.025 (\text{J/g.C}^\circ)$$

منها نستنتج ان الحرارة النوعية تكون كالآتي

المعطيات

$$q = 205 \text{ J} \quad m = 10 \text{ g}$$

$$T_i = 25^\circ\text{C} \quad T_f = 45^\circ\text{C}$$

$$\zeta = ? \text{ J/g.C}^\circ$$

تمرين 2-1 قطعة من الفضة كتلتها 360 g وسعتها الحرارية (86J/C°) احسب حرارتها النوعية ؟

الحل /

ترتبط الحرارة النوعية مع السعة الحرارية بالعلاقة التالية.

$$C(\text{J/C}^\circ) = \zeta (\text{J/g.C}) \times m(\text{g})$$

$$\zeta = \frac{C}{m} = \frac{86\text{J/C}^\circ}{360\text{g}} = 0.24 \text{ J/g.C}^\circ$$

المعطيات

$$m = 360 \text{ g}$$

$$C = 86 \text{ J/C}^\circ$$

$$\zeta = ? \text{ J/g.C}^\circ$$

مثال اضافي 1 قطعة من النحاس كتلتها 6 g سخنت من 21°C الى 124°C احسب كمية الحرارة بوحدة الكيلو جول (kJ) علما ان الحرارة النوعية للنحاس (0.39 J/g.C)؟ **الحل** / نجد التغير في درجات الحرارة .

المعطيات
q = ? m = 6 g
T_i = 21°C T_f = 124°C
c = 0.39 J/g.C°

$$\Delta T = T_f - T_i = (124 - 21) = 103 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

وباستخدام العلاقة التالية نحسب كمية الحرارة

$$q(\text{J}) = c(\text{J/g.C}) \times m(\text{g}) \times \Delta T(^{\circ}\text{C})$$

$$q(\text{J}) = 0.39(\text{J/g.C}) \times 6(\text{g}) \times 103(^{\circ}\text{C}) = 241 \text{ J}$$

والحرارة المستهلكة من تسخين قطعة النحاس بوحدة kJ كالآتي

$$q(\text{KJ}) = 241 \text{ J} \times \frac{1\text{KJ}}{1000 \text{ J}} = 0.241 \text{ kJ}$$

سؤال 3-1 احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدة (kJ) من 350g من الزئبق عند تبريدها من 77°C الى 12°C علما ان الحرارة النوعية للزئبق (0.14 J/g.C)؟ **الحل** / نجد التغير في درجات الحرارة .

المعطيات
q = ? m = 350 g
T_i = 77°C T_f = 12°C
c = 0.14 J/g.C°

$$\Delta T = T_f - T_i = (12 - 77) = -65 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

وباستخدام العلاقة التالية نحسب كمية الحرارة

$$q(\text{J}) = c(\text{J/g.C}) \times m(\text{g}) \times \Delta T(^{\circ}\text{C})$$

$$q(\text{J}) = 0.14(\text{J/g.C}) \times 350(\text{g}) \times -65(^{\circ}\text{C}) = -3185 \text{ J}$$

والحرارة المستهلكة من تسخين قطعة النحاس بوحدة kJ كالآتي

$$q(\text{KJ}) = -3185 \text{ J} \times \frac{1\text{KJ}}{1000 \text{ J}} = -3.185 \text{ kJ}$$

مثال اضافي 2 اذا تم رفع درجة حرارة 34g من الايثانول من 25°C الى 79°C احسب كمية الحرارة الممتصة للايثانول بوحدة (kJ) اذا علمت ان الحرارة النوعية للايثانول 2.44 J/g.C **الحل** / واجب الناتج سيكون 4.47984 kJ

WWW.IQ-RES.COM



WWW.IQ-RES.COM



@iQRES



/iQRES

موقع طلاب العراق

سؤال 1- 4 سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155g من حرارة 25°C الى 40°C مما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700 J احسب الحرارة النوعية لهذه المادة؟

الحل / نجد التغير في درجات الحرارة

المعطيات
 $q = 5700\text{J}$ $m = 155\text{g}$
 $T_i = 25^\circ\text{C}$ $T_f = 40^\circ\text{C}$
 $\zeta = ? \text{ J/g.C}^\circ$

$$\Delta T = T_f - T_i = (40 - 25) = 15^\circ\text{C}$$

وباستخدام العلاقة التالية

$$q(\text{J}) = \zeta (\text{J/g.C}) \times m(\text{g}) \times \Delta T (\text{C})$$

منها نستنتج ان الحرارة النوعية تكون كالآتي

$$\zeta (\text{J/g.C}) = \frac{q}{m \times \Delta T} = \frac{5700\text{ J}}{155\text{g} \times 15 (\text{C})} = 2.45 (\text{J/g.C}^\circ)$$

سؤال 1- 5 4.5g من حبيبات الذهب امتصت 276J عند تسخينها فاذا علمت ان الحرارة الابتدائية كانت 25°C احسب الدرجة الحرارية النهائية التي سخنت اليها الحرارة النوعية للذهب (0.13 J/g.C)؟

الحل / نستخرج اولا الفرق في درجات الحرارة

$$q(\text{J}) = \zeta (\text{J/g.C}) \times m(\text{g}) \times \Delta T (\text{C})$$

منها نستنتج ان الحرارة النوعية تكون كالآتي

$$\Delta T (\text{C}) = \frac{q}{\zeta \times m} = \frac{276\text{ J}}{0.13\text{J/g.C} \times 4.5\text{g}} = 471.8\text{ C}$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$T_f = \Delta T + T_i = 471.8 + 25 = 496.8\text{ C}^\circ$$

نصيحة: اذا كانت الحرارة الابتدائية او النهائية هي المجهولة اعتبر ΔT هي المجهولة

مثال اضافي 4 / 10g من حبيبات المغنسيوم الذي حرارته النوعية 1.02 J/g.C عند تبريدها الى 40°C بعثت حرارة مقدارها 1.02 kJ احسب درجة الحرارة التي كانت عليها حبيبات المغنسيوم؟
واجب / الجواب 140°C

مثال اضافي 3 / كتلة معينة من الفضة سخنت فارتفعت درجة حرارتها الابتدائية بمقدار 10°C فاذا علمت ان الحرارة النوعية للفضة 0.24 J/g.C وانها امتصت حرارة مقدارها 0.24 kJ

جد (1) كتلة الفضة (2) السعة الحرارية للفضة.

ملاحظة: ارتفعت بمقدار يعني انها ΔT بالموجب

الحل /

$$1) q(\text{J}) = \zeta (\text{J/g.C}) \times m(\text{g}) \times \Delta T (\text{C})$$

$$q(\text{J}) = 0.24\text{ kJ} \times 1000\text{j/kJ} = 240\text{ J}$$

$$m(\text{g}) = \frac{240\text{ J}}{0.24 (\frac{\text{J}}{\text{g.C}}) \times 10\text{C}} = 100\text{g}$$

$$2) C_{(\text{J/C}^\circ)} = \zeta (\text{J/g.C}) \times m(\text{g})$$

$$C_{(\text{J/C}^\circ)} = 0.24 (\text{J/g.C}) \times 100(\text{g}) = 24 (\text{J/C})$$

1-5 حرارة التفاعل (التغير في الانثالبي ΔH)

أكثر العمليات الكيميائية تجري عند **ضغط ثابت** وقليل جدا منها يحدث عند حجم ثابت لذلك فإن الحرارة المصاحبة للتفاعل الكيميائي التي تجري عند ضغط ثابت يجري قياسها بشكل أسهل من عملية قياسها بحجم ثابت

التغير في الانثالبي ΔH : هي دالة حالة ثرموداينمكية وخاصة شاملة تمثل كمية الحرارة الممتصة أو المتحررة المقاسة بثبوت الضغط (الضغط الجوي) ويرمز لها بالرمز H ولا يمكن قياس القيم المطلقة لها لأنها دالة حالة ويقاس لها التغير الحاصل فيها حسب العلاقة

$$\Delta H_r = \Delta H (P) - \Delta H (R)$$

انتالبي التفاعلات - انتالبي النواتج = انتالبي التفاعل

ملاحظات مهمة جدا

- التغير في الانثالبي ΔH = حرارة التفاعل المقاسة عند ضغط ثابت أي $\Delta H = q_p$
- q_p تمثل الحرارة المقاسة تحت ضغط ثابت.
- إذا كانت (ΔH_p اصغر من ΔH_r) أي ΔH_r لها قيمة سالبة يكون التفاعل **باعث** للحرارة.
- إذا كانت (ΔH_p أكبر من ΔH_r) أي ΔH_r لها قيمة موجبة يكون التفاعل **ماص** للحرارة.

1-6 دالة الحالة

- هي تلك الخاصية أو الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق أو المسار الذي تم من خلاله التغير ومن أمثلة دالة الحالة الانثالبي والانتروبي وطاقة كبس الحرارة.
- إن الحرارة والشغل قيمها تتغير كثيرا بتغير ظروف التجربة وبالتالي فهي لا تعتبر دوال حالة حيث أنها تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها من خلالها التغير.
 - لا يمكن قياس القيم المطلقة لدوال الحالة وإنما يمكن قياس مقدار التغير (Δ) لهذه الدوال.

دالة المسار : هي التي قيمتها تتغير بتغير ظروف التجربة لذا لا تعتبر دوال حالة لأنها تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها التغير مثل الشغل والحرارة.

1-7 الخواص العامة للمواد

تقسم الخواص العامة للمواد الى نوعين:

- 1- **الخواص الشاملة** : وهي تشمل جميع الخواص التي **تعتمد** على كمية المادة الموجودة في النظام مثل السعة الحرارية والانتالبي والانتروبي والطاقة الحرة.
- 2- **الخواص المركزة** : وهي تشمل جميع الخواص التي **لا تعتمد** على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكثافة ودرجة الحرارة والحرارة النوعية.

علل / الانثالبي يعتبر دالة حالة وهي خاصية شاملة؟

الجواب / لأنها تعتمد على كمية المادة فالتغير في انثالبي تفاعل $2mole$ من المادة يساوي ضعف التغير في انثالبي تفاعل $1mole$ من المادة نفسها.

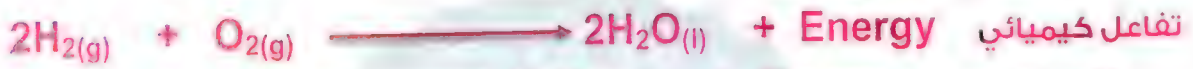
8-1 الكيمياء الحرارية

علم يهتم بدراسة الحرارة الممتصة والمنبعثة نتيجة التغيرات الفيزيائية والكيميائية بمعنى أبسط انها تهتم بحساب انشالي التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية.

كما وضحنا سابقا ان كانت قيم ΔH_r سالبة التفاعل باعث للحرارة.
اما ان كانت قيم ΔH_r موجبة التفاعل ماص للحرارة.
لاحظ :

اذا اعتبرنا ان التفاعل هو النظام

فالتفاعل الباعث للحرارة (يحول الطاقة الحرارية من النظام الى المحيط)
كما في التفاعل الكيميائي والتغير الفيزيائي الآتيين .

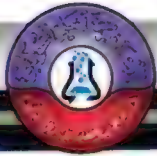


و التفاعل الماص للحرارة (فيه يمتص النظام الطاقة الحرارية من المحيط) كما في ادناه



عندما تكتب كلمة الطاقة Energy في جهة التفاعلات فالتفاعل ماص للحرارة إما اذا كتبت في جهة النواتج فالتفاعل باعث للحرارة





9-1 قياس انثالي التفاعل

يستخدم لقياس حرارة التفاعل (انثالي التفاعل) الممتصة او المتحررة في التفاعل الكيميائي عند ثبوت الضغط جهاز يسمى **المسعّر** توضع فيه كميات معروفة من المواد المتفاعلة **يتكون المسعّر من وعاء للتفاعل مغمور في كمية معينة من الماء (معروفة الكتلة) موجودة في وعاء معزول عزلا جيدا** بما ان الحرارة المتحررة من التفاعل ترفع درجة حرارة الماء والمسعّر لذا يمكن قياس كميتها من الزيادة في درجة الحرارة اذا كانت السعة الحرارية للمسعّر ومحتوياته معروفة



ملاحظات مهمة قبل الدخول الى مسائل الرياضية الخاصة بالمسعّر الحراري .

الملخص السريع

1. ايجاد ΔT .

2. تطبيق قانون كمية الحرارة

q حسب المعطيات

وتحويل بالقيمة السالبة.

3. ايجاد عدد مولات المادة

الداخلية في المسعّر.

4. ايجاد q بوحدة J/mol

باستخدام العلاقة التالية

5. تحويلها بوحدة KJ/mol

بالقسمة على 1000 J/KJ.

1- المادة التي تدخل في المسعّر الحراري يجب ان تكون معلومة عدد المولات

او معلومة الكتلة او الكتلة المولية نستخرج عدد المولات .

2- ايجاد كمية الحرارة باستخدام العلاقة التالية اذا كانت السعة الحرارية للمسعّر مهمة

$$q(J) = \rho(J/g.C) \times m(g) \times \Delta T(C)$$

واذا السعة الحرارية معطاة بالسؤال من العلاقة التالية $q(J) = C \cdot \Delta T$

3- اذا طلب كمية الحرارة المتحررة لا بد ان تكون كمية الحرارة q قيمة سالبة

حتى وان ظهرت موجبة نحولها سالبة بوضع قيمة سالبة امامها.

4- و لأنه سيطلب في معظم الأسئلة كمية الحرارة الناتجة من احتراق مول واحد او اكثر

او اقل نطبق العلاقة

المستخرج من السؤال
المطلوب

المستخرج من السؤال
المعطى لمول او اكثر

5- طالما ان الحرارة الناتجة تم قياسها في المسعّر المفتوح بثبوت الضغط فانها تمثل انثالي التفاعل ΔH .

مثال 3-1 باستخدام المسعر الحراري وضعت 3g من مركب الكلوكوز كتلته المولية (180g/mole) في وعاء العينة وضع هذا الوعاء داخل الوعاء المعزول الذي ملئ بكمية 1200 g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g.C°) وكانت درجة الحرارة الابتدائية = 21.0C° احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة وجد ان درجة حرارة المسعر 25.5C° احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق 1mole من الكلوكوز . علما ان السعة الحرارية للمسعر مهملة.

المعطيات

m المادة = 3 g
M المادة = 180 g/mol
m الماء = 1200 g
C الماء = 4.2 J/ g.C°
T_f = 25.5 C°
T_i = 21 C°
q = ? kJ/mol

نحسب اولا التغير في درجات الحرارة

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 25.5 - 21.0 = 4.5 \text{ C}^\circ$$

$$q(J) = c (J/g.C^\circ) \times m(g) \times \Delta T (C)$$

$$q(J) = 4.2 (J/g.C^\circ) \times 1200(g) \times 4.5 (C) = 22680 \text{ J}$$

ولأننا نريد حساب كمية الحرارة المتحررة لابد ان تكون القيمة سالبة اي
نجد عدد مولات الكلوكوز كوننا نحتاج احتراق الحرارة لمول واحد منه

$$n(\text{mol}) = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{\text{mol}})} = \frac{3g}{180 \text{ g/mol}} = \frac{1g}{60 \text{ g/mol}} = 0.0166 \text{ mol}$$

وعليه الحرارة المتحررة من احتراق 1mol من الكلوكوز =

$$\begin{array}{ccc} q & & \text{mol} \\ -22680 & \leftarrow & 0.0166 \\ X & & 1 \end{array}$$

$$X = \frac{-22680 \text{ J}}{0.0166 \text{ mol}} = -1366265 \text{ J/mol} = \Delta H$$

$$q(\text{kJ/mol}) = -1366265 \text{ J/mol} \times \frac{1(\text{kJ})}{1000\text{J}} = -1366.265 \text{ kJ/mol}$$

مثال 4-1 اذا تم حرق 3g من مركب الهيدرازين (N₂H₄) كتلته المولية (32g/mole) في مسعر مفتوح يحتوي 1000 g من الماء الحرارة النوعية للماء (4.2 J/g.C°) فان درجة الحرارة ترتفع من 24.6C° الى 28.2C° احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق 1mol من الهيدرازين . علما ان السعة الحرارية للمسعر مهملة.

نحسب اولا التغير في درجات الحرارة

الحل

المعطيات

m المادة = 3 g
M المادة = 32 g/mol
m الماء = 1000 g
C الماء = 4.2 J/ g.C°
T_f = 28.2 C°
T_i = 24.6 C°
q = ? kJ/mol

$$\Delta T = T_f - T_i = 28.2 - 24.6 = 3.6 \text{ C}^\circ$$

$$q(J) = c (J/g.C^\circ) \times m(g) \times \Delta T (C)$$

$$q(J) = 4.2 (J/g.C^\circ) \times 1000(g) \times 3.6 (C) = 15120 \text{ J}$$

ولأننا نريد حساب كمية الحرارة المتحررة لابد ان تكون القيمة سالبة اي
نجد عدد مولات الكلوكوز كوننا نحتاج احتراق الحرارة لمول واحد منه

$$n(\text{mol}) = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{\text{mol}})} = \frac{3g}{32 \text{ g/mol}} = 0.094 \text{ mol}$$

وعليه الحرارة المتحررة من احتراق 1mol من الكلوكوز =

$$\begin{array}{ccc} q & & \text{mol} \\ -15120 & \leftarrow & 0.094 \\ X & & 1 \end{array}$$

$$X = \frac{-15120 \text{ J}}{0.094 \text{ mol}} = -160851 \text{ J/mol} = \Delta H$$

$$q(\text{kJ/mol}) = -160851 \text{ J/mol} \times \frac{1(\text{kJ})}{1000\text{J}} = -160.851 \text{ kJ/mol}$$

السؤال 29-1 من اسئلة الفصل اذا تم حرق عينة كتلتها 1.5 g من حامض الخليك كتلته المولية (60 g/mol) في مسعر يحتوي 750 g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g.C°) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من 24°C الى 28°C احسب كمية الحرارة التي تتبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض علما ان السعة الحرارية للمسعر مهملة.

الحل نحسب اولا التغير في درجات الحرارة

المعطيات

$m \text{ المادة} = 1.5 \text{ g}$
 $M \text{ المادة} = 60 \text{ g/mol}$
 $m \text{ الماء} = 750 \text{ g}$
 $C \text{ الماء} = 4.2 \text{ J/g.C}^\circ$
 $T_f = 28^\circ \text{C}$
 $T_i = 24^\circ \text{C}$
 $q = ? \text{ J/mol}$

$$\Delta T = T_f - T_i = 28 - 24 = 4^\circ \text{C}$$

$$q(\text{J}) = C (\text{J/g.C}^\circ) \times m(\text{g}) \times \Delta T (\text{C}^\circ)$$

$$q(\text{J}) = 4.2 (\text{J/g.C}^\circ) \times 750(\text{g}) \times 4 (\text{C}^\circ) = 12600 \text{ J}$$

ولأننا نريد حساب كمية الحرارة المتحررة لابد ان تكون القيمة سالبة اي $q = -12600 \text{ J}$ نجد عدد مولات الكلوكوز كوننا نحتاج احتراق الحرارة لمول واحد منه

$$n(\text{mol}) = \frac{m(\text{g})}{M(\frac{\text{g}}{\text{mol}})} = \frac{1.5\text{g}}{60 \text{ g/mol}} = \frac{15\text{g}}{600 \text{ g/mol}} = \frac{1\text{g}}{40 \text{ g/mol}} = 0.025\text{mol}$$

وعليه الحرارة المتحررة من احتراق 1 mol من الكلوكوز =

$$\begin{array}{ccc} q & & \text{mol} \\ -12600 & \leftarrow & 0.025 \\ \times & & 1 \\ X = \frac{-12600 \text{ J}}{0.025 \text{ mol}} = -504000 \text{ J/mol} = \Delta H \end{array}$$

لأنها تم قياسها في المسعر بثبوت الضغط

السؤال 24-1 عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية تساوي $2.4 \text{ kJ/}^\circ \text{C}$ فان درجة حرارة المسعر ترتفع بمقدار 0.12°C . احسب التغير في الانثالي لذلك التفاعل بوحدة J

المعطيات

$C = 0.12 \text{ kJ/}^\circ \text{C}$
 $\Delta T = 0.12^\circ \text{C}$
 $\Delta H_{(J)} = ? \text{ J}$

الحل / التغير في الانثالي = الحرارة المقاسة في المسعر الحراري

$$\Delta H = q_p = C \cdot \Delta T$$

$$\Delta H = 2.4 \text{ kJ/}^\circ \text{C} \times 0.12^\circ \text{C} = 0.288 \text{ kJ} = -0.288 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{(J)} = -0.288 \text{ kJ} \times 1000 \text{ J/kJ} = -288 \text{ J}$$

ملاحظة 1: استخدمنا هذه العلاقة $\Delta T = C \cdot \Delta T$ لأنه أعطى في السؤال السعة الحرارية للمسعر ولم يعطي كتلة او حرارة نوعية

ملاحظة 2: كلمة ترتفع بمقدار يعني انه اعطى ΔT مباشرة وبالقيمة الموجبة (اما اذا قال انخفضت بمقدار ΔT بالقيمة السالبة)

ملاحظة 3: هنا اراد فقط التغير في الانثالي وليس كمية حرارة مختزنة من مول واحد من المادة.

أنتبه جيدا

1. ليس دائما تكون الخطوات المسعر ثابتة ربما يعطى عدد المولات مباشرة ربما يعطى الفرق في درجات الحرارة
2. ليس دائما يطلب كمية الحرارة الناتجة من حرق مول واحد ربما اكثر من مول او حتى اقل من مول.
3. من اغلب الاسئلة المكررة لما تحول الإشارة الموجبة سالبة والسبب لان ما يحدث في المسعر احتراق وكل عمليات الاحتراق باعثة

مسائل اثرائية في المسعر

مثال اضافي 5 اذا تم حرق 0.2 mol من حامض عضوي في مسعر يحتوي 1.2 Kg من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g.C°) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من 34C° الى 36C° احسب كمية الحرارة بوحدة KJ التي تنبعث نتيجة احتراق 2mol من الحامض علما ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل نحسب اولاً التغير في درجات الحرارة

المعطيات

n المادة = 0.2 mol
m الماء = 1.2 Kg
C الماء = 4.2 J/ g.C°
T_f = 36 C°
T_i = 34 C°
q = KJ

$$\Delta T = T_f - T_i = 36 - 34 = 2 \text{ C}^\circ$$

$$m(\text{الماء})_g = 1.2 \text{ Kg} \times 1000 \text{ g/kg} = 1200 \text{ g}$$

$$q(J) = C (J/g.C^\circ) \times m(g) \times \Delta T (C^\circ)$$

$$q(J) = 4.2 (J/g.C^\circ) \times 1200(g) \times 2 (C^\circ) = 10080 \text{ J}$$

ولأننا نريد حساب كمية الحرارة المتحررة لابد ان تكون القيمة سالبة اي
وعليه الحرارة المتحررة من احتراق 2mol من الحامض العضوي =

$$\begin{array}{ccc} q & & \text{mol} \\ -10080 & \xleftarrow{\quad} & 0.2 \\ \times & & 2 \end{array}$$

$$X = \frac{-10080 \times 2 \text{ mol}}{0.2 \text{ mol}} = -100800 \text{ J} = \Delta H$$

$$q(kJ) = -100800 \text{ J} \times \frac{1(kJ)}{1000J} = -100.8 \text{ kJ}$$

مثال اضافي 6 اذا تم حرق 3 g من مركب عضوي كتلته المولية (60g/mole) في مسعر يحتوي 800 g من الماء (الحرارة النوعية للماء 4.2 J/g.C°) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته بمقدار 6.5C° احسب كمية الحرارة بوحدة KJ التي تنبعث نتيجة احتراق 0.5mol من المركب علما ان السعة الحرارية للمسعر مهملة . واجب للتأكد من صحة حلك الناتج سيكون -218.4kJ

WWW.IQ-RES.COM

تابعونا على التليكرام

@iQRES



10-1 المعادلة الكيميائية الحرارية

هي المعادلة التي تعبر عن التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية وهي تختلف عن كتابة المعادلات الكيميائية الأخرى.
س/ ما هي الأمور التي يجب أن توضحها المعادلة الكيميائية الحرارية؟

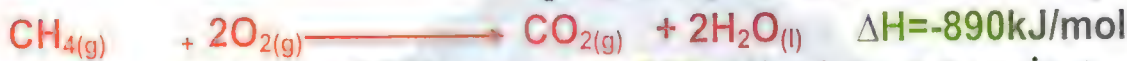
1- إشارة التغير في الإنثالبي المصاحبة للتفاعل الكيميائي أو التغير الفيزيائي أي أن تكون ذات إشارة موجبة أو سالبة فلا إشارة الموجبة تعني أن التفاعل **ماص** للحرارة كما في معادلة انصهار الجليد.



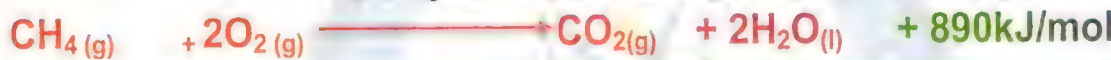
وهذا يعني أنه تم امتصاص حرارة مقدارها 6 kJ/mol عند درجة حرارة 25°C ضغط 1 atm ويمكن كتابة الحرارة الممتصة في المعادلة الحرارية بوضعها في المعادلة الحرارية نفسها مع المتفاعلات



أما الإشارة السالبة تعني أن التفاعل باعث للحرارة كما في التفاعل الآتي



وهذا يعني أنه تم تحرر (انبعاث) حرارة مقدارها 890 KJ/mol عند درجة حرارة 25°C ضغط 1 atm ويمكن كتابة الحرارة المنبعثة في المعادلة الحرارية بوضعها في المعادلة الحرارية نفسها مع النواتج



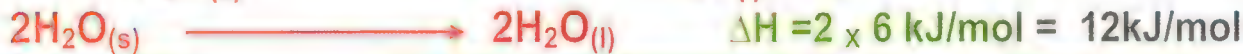
2- يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل (علل) بسبب أن كمية الحرارة الممتصة أو المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية للمادة ((والمثال أدناه يوضح ذلك



3- إذا تم عكس العملية فأشارة الإنثالبي تتغير من الموجب إلى السالب وبالعكس.



4- عند ضرب أو قسمة طرفي المعادلة بمعامل عددي معين يجب أن تجري نفس العملية على قيمة الإنثالبي.



خلاصة مهمة جداً ركز عليها مهمة جداً

1. إذا كان التفاعل ماص هذا يعني أن إشارة ΔH موجبة أو أن كمية الحرارة توضع في جهة المتفاعلات وكمية الحرارة إما تكتب كلمة طاقة أو إشارة موجب ومعها رقم ووحدة kJ أو kJ/mol

2. إذا كان التفاعل باعث هذا يعني أن إشارة ΔH سالبة أو أن كمية الحرارة توضع في جهة النواتج وكمية الحرارة إما تكتب كلمة طاقة أو إشارة موجب ومعها رقم ومعها وحدة kJ أو kJ/mol

11-1 انثالبي التفاعل القياسية

عندما يتم قياس قيمة الانثالبي عند ظروف قياسية والتي هي درجة الحرارة 25°C (298K) وضغط 1atm تسمى القيمة القياسية الانثالبي القياسية ويرمز لها بالرمز ΔH° .

سؤال للفائدة :- ماذا تعني ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية وما هي أوجه الاختلاف عن الظروف القياسية (STP) التي تستخدم في الغازات؟

الجواب / الظروف القياسية في الكيمياء الحرارية هي درجة الحرارة 25°C (298K) وضغط 1atm .
الظروف القياسية في الغازات هي درجة الحرارة 0°C (273K) وضغط 1atm .

12-1 أنواع الانثالبيات

انثالبي التغيرات الفيزيائية

انثالبي الاحتراق القياسية ΔH_c°

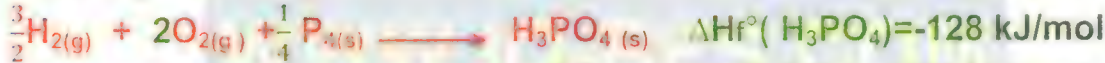
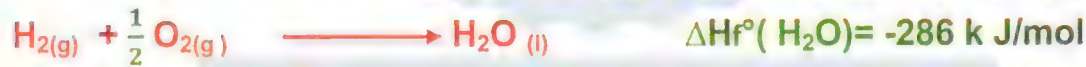
انثالبي التكوين القياسية ΔH_f°

(تبخر ΔH ، تكثيف ΔH ، انصهار ΔH ، انجماد ΔH)

1- انثالبي التكوين القياسية ΔH_f° :- هي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الأساسية المتواجدة باثبات صورها في الظروف القياسية (25°C وضغط 1atm).

- نعي بالعناصر باثبات صورها أي حالتها القياسية فالهيدروجين تكون حالته الغازية هي الأثبات والزئبق السائل والمغنسيوم الصلب هي الصور الأثبات لأنها تمثل الحالات الموجودة تحت الظروف القياسية.
- الكربون له أكثر من صورة مثل الكرافيت (graphite) والاس (diamond) ولكن الكرافيت هي الأثبات.
- الكبريت له أكثر من صورة مثل المعيني (rhombic) والموشوري (orthorhombic) ولكن المعيني هي الأثبات.
- تم الاتفاق دولياً أن قيمة ΔH_f° لجميع العناصر في حالتها القياسية = صفر. وعليه إضافة إلى العناصر التي مرت الكلور Cl_2 والفلور F_2 والأكسجين O_2 والنيتروجين N_2 والبروم Br_2 واليود الصلب I_2 قيمة ΔH_f° لها = صفر.

أمثلة لبعض التفاعلات توضح تكوين المواد من البت صورها



علل / ظهور كسور في المعادلة الحرارية؟

ج / لأن المركب المتكون يجب أن يكون مول واحد لذا نلجأ لتغيير عدد مولات المواد المتفاعلة.

(مهم جداً) أن $\Delta H_f^{\circ} = \Delta H_r^{\circ}$ حينما يتكون مول واحد من المادة ومن عناصرها الأساسية. ولكن حينما يكون المتكون أكثر من مول فإن ΔH_r° لا تساوي ΔH_f°



لاحظ المثال التالي عند النظر إلى المعادلة نجد أن مولين من HBr قد تكون نتيجة هذا التفاعل لذا فإن نصف الحرارة أي -36 يجب أن تبعث عند تكوين مول واحد من HBr وهذا تم استنتاجه بعد قسمة المعادلة على 2 وعليه في حال تكوين أكثر من مول وجدت علاقة بين ΔH_r° و ΔH_f° وهي كالآتي

$$\Delta H_f^{\circ} = \frac{\Delta H_r^{\circ}}{\text{للمادة المتكونة}} \longrightarrow \Delta H_r^{\circ} = \Delta H_f^{\circ} \times n$$

مثال 3-1 اذا علمت ان انثالي التكوين القياسية للبنزين $49 \text{ KJ/mol} = C_6H_6$

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية بحيث تكون ΔH_r° مساوية الى $\Delta H_f^\circ (C_6H_6)$

الحل / ليتساوي ΔH_r° مع ΔH_f° لابد من تكون مول واحد من البنزين من عناصره الأساسية وبالظروف القياسية



تمرين 5-1 اذا علمت ان انثالي التكوين القياسية $-811 \text{ KJ/mol} = (H_2SO_4)$ اكتب

المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث تكون ΔH_r° مساوية الى $\Delta H_f^\circ (H_2SO_4)$

الحل / ليتساوي ΔH_r° مع ΔH_f° لابد من تكون مول واحد من حامض الكبريتيك من عناصره الأساسية وبالظروف القياسية



مثال 4-1 اي من التفاعلات التالية تساوي قيمة الانثالي التفاعل القياسية ΔH_r° لها قيمة انثالي التكوين القياسية ΔH_f° للمركبات المتكونة؟



التفاعل (1) ΔH_r° لا تساوي ΔH_f° لان الناتج هو 2 مول ويجب ان يكون الناتج 1 مول.

التفاعل (2) ΔH_r° تساوي ΔH_f° لتوفر الشروط وهما تكوين مول واحد من CO_2 من عناصره الأساسية.

التفاعل (3) ΔH_r° لا تساوي ΔH_f° لان CO مركب وليس عنصر باثبت صورته .

تمرين 6-1 احسب انثالي التفاعل القياسية للتفاعل التالي اذا علمت ان انثالي



الحل / ان انثالي التكوين القياسية هي الحرارة المنبعثة من تكوين مول واحد ولكون المعادلة تشمل تكوين 2

مول من HF لذا يجب ضرب قيمة $\Delta H_f^\circ (HF)$ في 2 لنحصل على قيمة ΔH_r°

$$\Delta H_r^\circ = 2 \text{ mol} \times \Delta H_f^\circ = 2 \text{ mol} \times -271 \text{ kJ/mol} = -542 \text{ kJ}$$

تمرين 7-1 احسب انثالي التكوين القياسية ΔH_f° للماء بالاستعانة بالتفاعل التالي



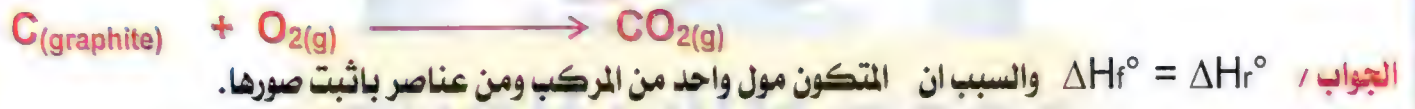
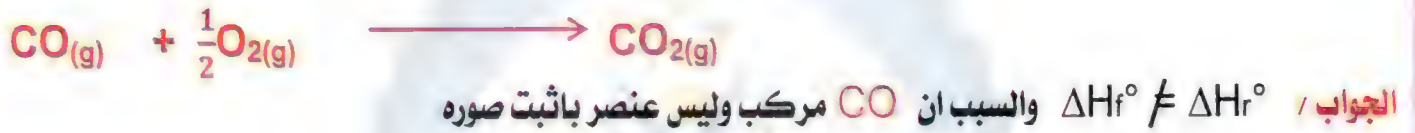
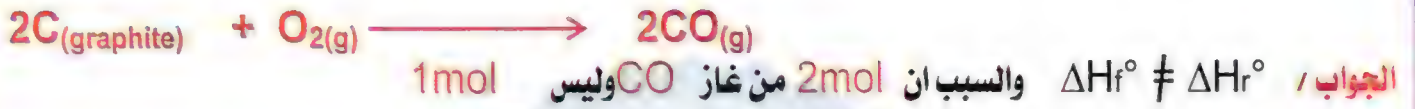
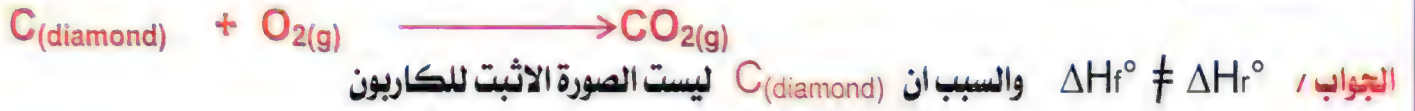
اذا علمت ان انثالي التفاعل القياسية -572 KJ

الحل /

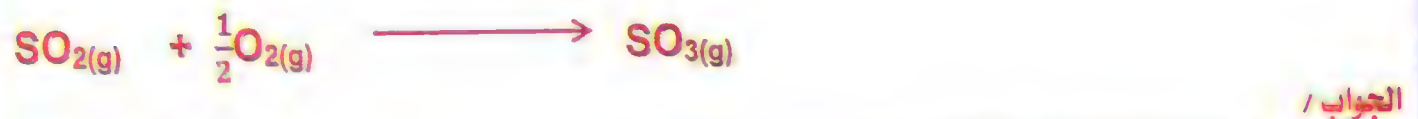
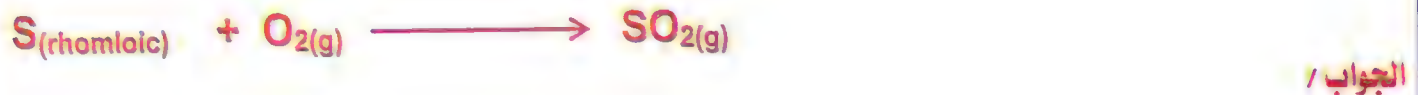
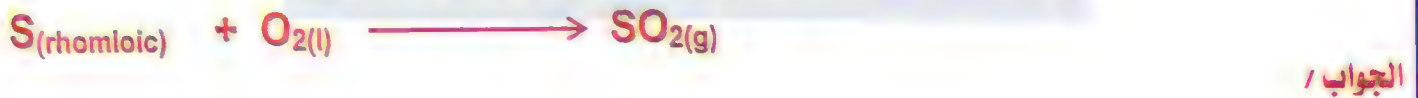
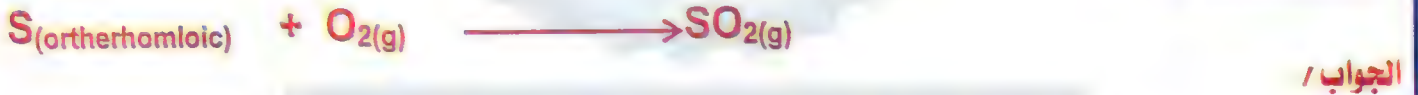
$$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n_{\text{المادة المتكونة}}}$$

$$\Delta H_f^\circ = \frac{-572 \text{ kJ}}{2 \text{ mol}} = -286 \text{ kJ/mol}$$

مثال اضافي 7 اي من المعادلات التالية فيها $\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$ مع بيان السبب في الحالتين

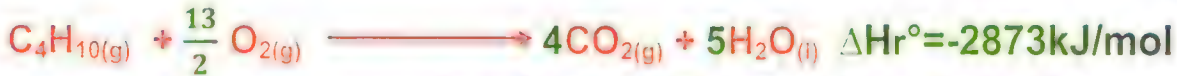


مثال اضافي 8 اي من المعادلات التالية فيها $\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$ مع بيان السبب في الحالتين واجب



2- **انثالبي الاحتراق القياسية** ΔH_c° : هي الحرارة المتحررة من حرق **مول واحد** من اي مركب حرقا تاما في الأوكسجين في الظروف القياسية (25°C و 1atm) ويرمز لها ΔH_c° .

ان تفاعلات الاحتراق تشمل تفاعل المواد (الوقود) مع الأوكسجين فمثلا في النظام البايولوجي حيث الغذاء هو الوقود وعند حرقه داخل الجسم تتحول المواد الكربوهيدراتية الى سكر الكلوكوز لتزويد الجسم بالطاقة.
ان احد طرق تدفئة المنازل او طبخ الطعام هي حرق غاز البيوتان حيث ان حرق مول واحد منه يحرر طاقة مقدارها 2873 kJ من الطاقة حسب المعادلة التالية .



او ان معظم السيارات تسير نتيجة لحرق الكازولين في محركاتها كما في المعادلة التالية



ان حرق نواتج العناصر مع الأوكسجين يؤدي الى تكوين اكاسيدها
ان حرق نواتج الاكاسيد الصغيرة مع الأوكسجين يؤدي الى تكوين اكاسيدها الاكبر
أما حرق المواد العضوية يؤدي دائما غاز ثنائي اوكسيد الكربون و الماء السائل
ولضبط موازنة المعادلة الكيميائية لحرق المواد العضوية تتبع القاعدة التالية .



لحساب الأوكسجين نتبع ما يلي :-

1- اذا كان المركب العضوي المحترق لا يحوي اوكسجين نحسب عدد ذرات الاوكسجين في طرف النواتج ونقسم الناتج على 2 **لاحظ المعادلتين ادناه.**



2- اذا كان المركب العضوي يحوي اوكسجين نحسب عدد ذرات الاوكسجين في طرف النواتج ونطرح منه عدد ذرات الاوكسجين الموجودة في المركب العضوي ونقسم ما تبقى من الناتج على 2 **لاحظ المعادلتين ادناه.**



س/ ما هي شروط تساوي انثالبي الاحتراق القياسية مع انثالبي التفاعل القياسية؟
ج/ ان الشرط الأساسي لتساوي انثالبي التفاعل القياسية ΔH_r° مع انثالبي الاحتراق القياسية ΔH_c° هي حرق **مول واحد** من المادة مع كمية وافرة من **الأوكسجين** لذا جميع التفاعلات أعلاه $\Delta H_r^\circ = \Delta H_c^\circ$ لأنها تمثل حرق **مول واحد** من المواد .
وعليه في حال اذا المحترق **اكثر من مول** وجدت علاقة بين ΔH_r° و ΔH_c° وهي كالآتي

$$\Delta H_c^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n_{\text{المادة المحترقة}}} \longrightarrow \Delta H_r^\circ = \Delta H_c^\circ \times n_{\text{المادة المحترقة}}$$

ان جميع تفاعلات الاحتراق هي تفاعلات **بامتة** للحرارة

مثال 7-1: اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لحرق الكحول الايثيلي السائل (C₂H₅OH) اذا علمت ان $\Delta H^{\circ}_c = -1367 \text{ KJ/mol}$ ؟

الحل /



تمرين 8-1: اكتب تفاعل احتراق غاز البروبان (C₃H₈) علما ان $\Delta H^{\circ}_c = -2219 \text{ KJ/mol}$

الحل /



السؤال (9-1) من أسئلة الفصل احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية (Al₂O₃) والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية (Al) في التفاعل الآتي؟



لحساب ΔH°_f (Al₂O₃) يجب ان يكون المتكون 1mol من Al₂O₃ من عناصر بأبسط صورها وعليه

$$\Delta H^{\circ}_f = \frac{\Delta H^{\circ}_r}{n} = \frac{-3340 \text{ kJ}}{2 \text{ mol}} = -1670 \text{ kJ/mol}$$

لحساب ΔH°_c (Al) يجب ان يتم حرق 1mol من Al وعليه

$$\Delta H^{\circ}_c = \frac{\Delta H^{\circ}_r}{n} = \frac{-3340 \text{ kJ/mol}}{4 \text{ mol}} = -835 \text{ kJ/mol}$$

مثال اضافي 9 احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية (H₂O) وانثالبي الاحتراق القياسية (H₂) في التفاعل التالي



لحساب ΔH°_f (H₂O) يجب ان يكون المتكون 1mol من H₂O من عناصر بأبسط صورها وعليه

$$\Delta H^{\circ}_f = \frac{\Delta H^{\circ}_r}{n} = \frac{-572 \text{ kJ}}{2 \text{ mol}} = -286 \text{ kJ/mol}$$

لحساب ΔH°_c (H₂) يجب ان يتم حرق 1mol من H₂ وعليه

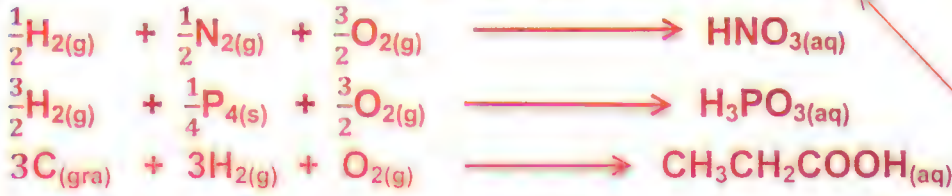
$$\Delta H^{\circ}_c = \frac{\Delta H^{\circ}_r}{n} = \frac{-572 \text{ kJ}}{2 \text{ mol}} = -286 \text{ kJ/mol}$$

مثال اضافي 10 احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية (Na₂O) وانثالبي الاحتراق القياسية (Na) في التفاعل التالي (واجب)



مثال اضافي 11 اكتب معادلة تكوين كل من

- 1- حامض النتريك HNO_3 2- حامض الفسفوروز H_3PO_3 3- حامض البروبانويك $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
4- كلوريد البيوتيل $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ 5- الامونيا NH_3 بحيث ان $\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ$

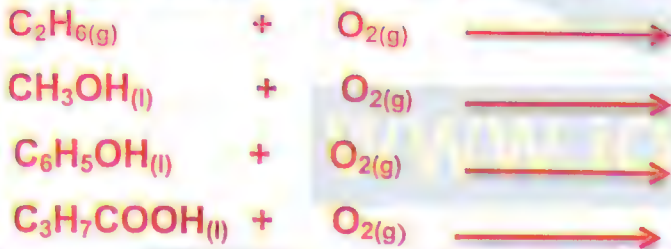


المركب الرابع والمركب الخامس واجب

شئسوي بهيج اسئلة

- 1- نكتب المركب الي يريد تكوينه وراء السهم بدون اي عدد مولات له
2- نفصل المركب بجهة المتفاعلات الى عناصر وانتبه هناك عناصر بهيئة جزيئات وهي $\text{N}_{2(g)} - \text{O}_{2(g)} - \text{Cl}_{2(g)} - \text{F}_{2(g)} - \text{Br}_{2(g)} - \text{I}_{2(s)} - \text{H}_{2(g)} - \text{P}_{4(s)}$
3- نوازن العناصر بالمقارنة مع المركب المتكون ونصيحة بالنسبة للعناصر السبعة اعلاه اذا كانت عدد ذراتها فردي فأننا نوازنها بأخذ العدد الفردي نفسه ونضع تحته رقم 2 اما الفسفور اذا كان عدد ذراته لا يقبل القسمة على 4 نضع الرقم في المركب نفسه ونضع تحته رقم 4
4. نضع الحالة الفيزيائية لكل عنصر التي يوجد فيها باثبات صورة امام العنصر

مثال اضافي 12 اكمل مع الموازنة المعادلات ادناه (تابعة لموضوع انثاليبي الاحتراق القياسية) واجبات



مثال اضافي 13 اكتب معادلة احتراق البروبانول $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ثم اكتب معادلة تكوينه



مثال اضافي 14 اكتب معادلة احتراق البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ثم اكتب معادلة تكوينه واجب

انتالبي التغيرات الفيزيائية

1- التبخر (Vaporization): التحول من الحالة السائلة الى الحالة الغازية.



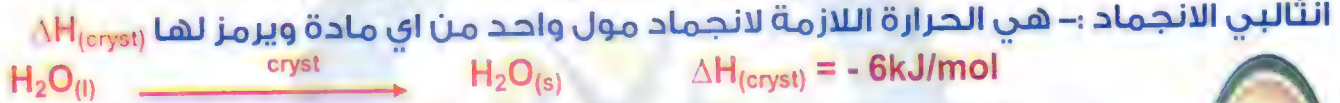
2- التكثيف (Condensation): التحول من الحالة الغازية الى الحالة السائلة.



3- الانصهار (Fusion): هي عملية التحول من الطور الصلب الى السائل



4- التبلور (الانجماد) (Crystallization): التحول من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة.



خلاصة مهمة جدا:

1. ان انتالبي التبخر وانتالبي الانصهار قيمة الانتالبي لهما دائما موجبة.

2. ان انتالبي التكثيف وانتالبي الانجماد قيمة الانتالبي لهما دائما سالبة

3. هناك قوانين تربط بين انتالبي التبخر وانتالبي التكثيف هي على التوالي

$$\Delta H_{(vap)} = -\Delta H_{(cond)}$$

$$\Delta H_{(cond)} = -\Delta H_{(vap)}$$

4. هناك قوانين تربط بين انتالبي الانصهار وانتالبي الانجماد هي على التوالي

$$\Delta H_{(fus)} = -\Delta H_{(cryst)}$$

$$\Delta H_{(cryst)} = -\Delta H_{(fus)}$$

مثال 1: اذا علمت ان انتالبي التبخر للأمونيا تساوي $23kJ/mol$ احسب انتالبي التكثيف للأمونيا

الحل / معادلة التبخر للأمونيا



وبما ان عملية التكثيف هي عكس عملية التبخر اي ان

$$\Delta H_{cond} = -\Delta H_{vap} = -23kJ/mol$$

تمرين 1-2: اذا علمت ان انتالبي الانصهار لحمض الخليك الثلجي تساوي $5.11kJ/mol$ احسب انتالبي الانجماد لهذا الحامض ؟

الحل / معادلة الانصهار لحمض الخليك الثلجي هي



وبما ان عملية الانجماد هي عكس عملية الانصهار اي ان

$$\Delta H_{cryst} = -\Delta H_{fus} = -5.11kJ/mol$$

1-13 طرق حساب انثالبي التفاعل القياسية

اولا : - طريقة استخدام قانون هيس

هناك مركبات كيميائية لا يمكن تصنيعها مباشرة من عناصرها وذلك لأسباب عديدة منها

2- تكون مركبات جانبية غير مرغوبة

1- التفاعل يسير ببطء شديد

لذا يتم اللجوء الى قياس ΔH_r° لهذه التفاعلات بطريقة غير مباشرة. مثل طريقة هيس.

قانون هيس الذي ينص

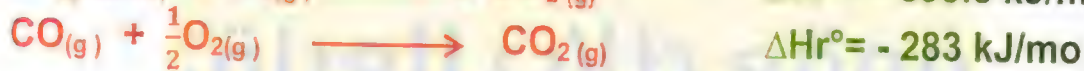
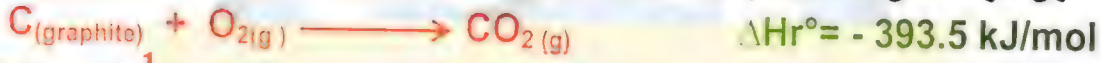
(عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فان التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او سلسلة من الخطوات)

مثال مهم لتوضيح قانون هيس

في التفاعل أدناه لا يمكن قياس الحرارة المنبعثة مباشرة عندما يتفاعل الكربون (كرافيت) مع الاوكسجين ليكونا احادي اوكسيد الكربون. علل (لأنه من المستحيل منع تكون غاز ثنائي اوكسيد الكربون)

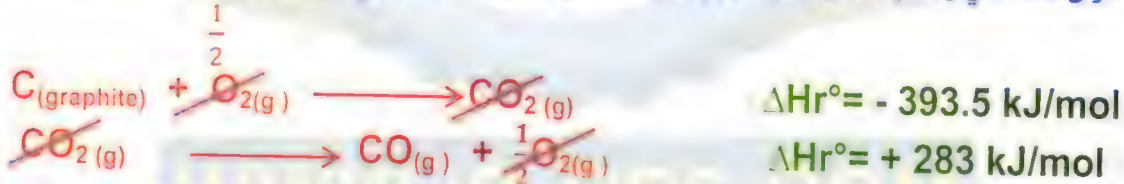


لكن يمكن قياس الحرارة المنبعثة نتيجة احتراق الكربون (كرافيت) احتراقا تاما ليعطي CO_2 وكذلك يمكن قياس الحرارة المنبعثة نتيجة احتراق غاز CO الى CO_2 حسب المعادلات



لاحظ ما الذي سنفعله للحصول على المعادلة الأصلية من هاتين المعادلتين

تبقى المعادلة الاولى كما هي ونقلب الثانية ثم نقوم بجمع المعادلتين قيمة ΔH_r° التي ستنتج هي القيمة للتفاعل المطلوب.



للتذكير

- 1- عند قلب المعادلة نقلب اشارة قيمة الانثالبي.
- 2- عند ضرب المعادلة في اي رقم نضرب قيمة الانثالبي في نفس الرقم.
- 3- عند قسمة المعادلة على اي رقم نقسم قيمة الانثالبي على نفس الرقم
- 4- عند قلب المعادلة وضربها في اي رقم نقلب اشارة وتضرب قيمه الانثالبي بنفس الرقم
- 5- وعند القلب والقسمة نقلب اشارة ونقسم قيمة الانثالبي على نفس الرقم.

نصائح قانون هيس

- 1- المعادلة التي مررنا بها لا نعود اليها
- 2- اذا وصلنا الى مادة (مركب او عنصر) من مواد المعادلة الهدف ووجدناه في اكثر من معادلة من المعادلات المعطاة نتركه ونذهب الى المادة التي بعده
- 3- ليس الهدف من قانون هيس العمل على جميع مواد المعادلة الهدف وانما المرور على جميع المعادلات المعطاة للحصول على المعادلة الهدف

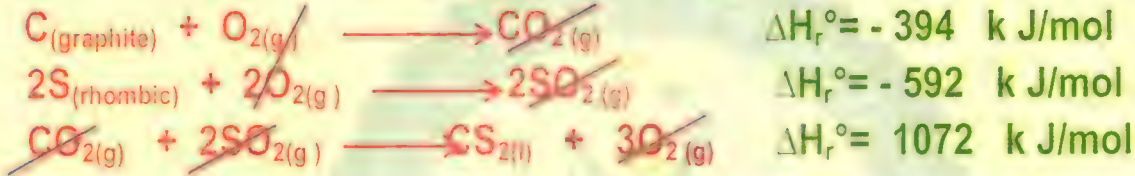
مثال (7-1) احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصرها الأساسية بأثبت صورها.



إذا أعطيت المعادلات الحرارية الآتية.

- 1) $C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -394 \quad kJ/mol$
- 2) $S_{(rhombic)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -296 \quad kJ/mol$
- 3) $CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -1072 \quad kJ/mol$

الحل / للحصول على المعادلة الهدف تبقى المعادلة الأولى كما هي نضرب الثانية في 2 نقلب المعادلة الثالثة.



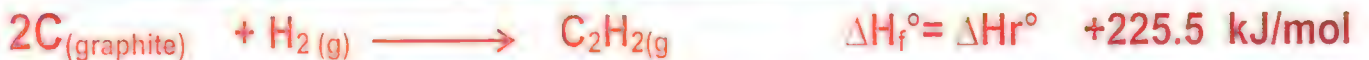
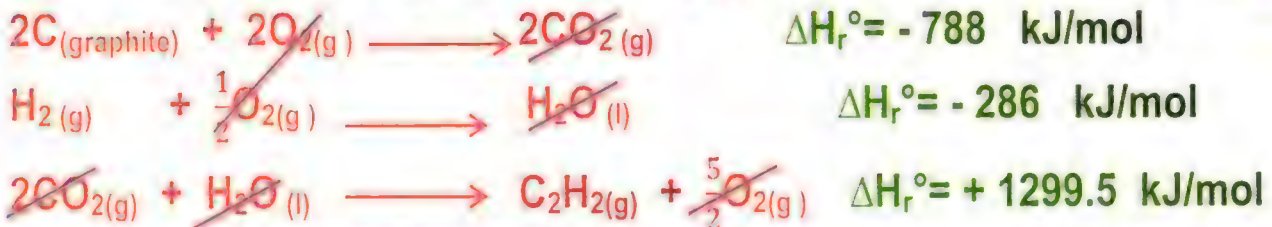
تمرين (10-1) احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين $C_2H_{2(g)}$ من عناصرها الأساسية.



إذا أعطيت المعادلات الحرارية الآتية.

- 1) $C_{(graphite)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -394 \quad kJ/mol$
- 2) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O(l) \quad \Delta H_r^\circ = -286 \quad kJ/mol$
- 3) $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O(l) \quad \Delta H_r^\circ = -2599 \quad kJ/mol$

الحل / للحصول على المعادلة الهدف نضرب المعادلة الأولى في 2 تبقى الثانية كما هي نقلب الثالثة ونقسم على 2.



السؤال 21-1 اكتب نص قانون هيس وفسر فائدته في الكيمياء الحرارية ومن المعادلات الحرارية التالية عند حرارة 25°C وضغط 1atm



احسب ΔH_r° للتفاعل الاتي

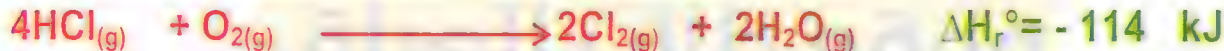
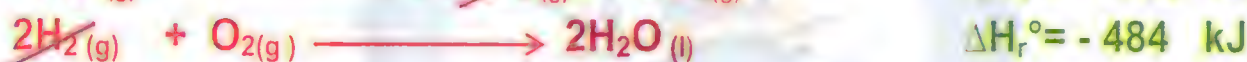


الحل / قانون هيس ينص

(عند تحويل التفاعلات الى نواتج فان التغير في انثالي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او سلسلة من الخطوات) **فائدته** تكمن في امكانية قياس انثالي التفاعلات التي لا يمكن قياسها بشكل مباشر لكون حدوثها غير ممكن لبطنها او لتكون نواتج جانبية.



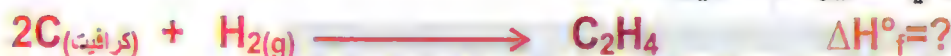
نقلب المعادلة الأولى ونضربها في 2 اما المعادلة الثانية تبقى كما هي.



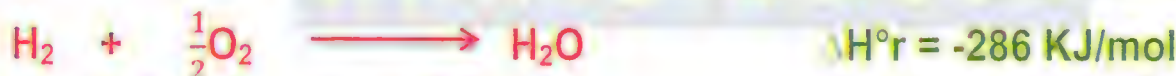
السؤال 23-1 جد انثالي التكوين القياسية للاثيلين C_2H_4 اذا علمت ان درجة احتراق كل من

C_2H_4 و C و H_2 بوحدات kJ/mol هي على التوالي $(-1411, -394, -286)$

الحل / نكتب معادلة الهدف وهي تكوين غاز الاثيلين



ثانيا نكتب معادلات احتراق كل من C_2H_4 و C و H_2



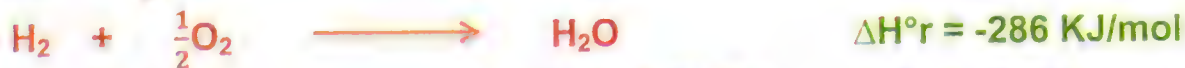
وللحصول على المعادلة الاصلية تضرب المعادلة الاولى والثانية في 2 ونقلب الثالثة



سؤال (28-1) اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز CO و H₂ و CH₃OH بوحدة kJ/mol هي على التوالي (-284, -286, -727) احسب ΔH°r باستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي



الحل / نكتب معادلات الاحتراق لكل من CO و H₂ و CH₃OH



وللحصول على المعادلة الاصلية تبقى المعادلة الاولى كما هي ونضرب الثانية في 2 ونقلب الثالثة



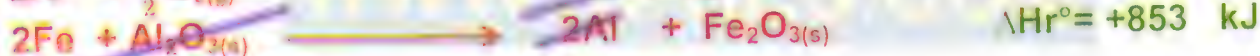
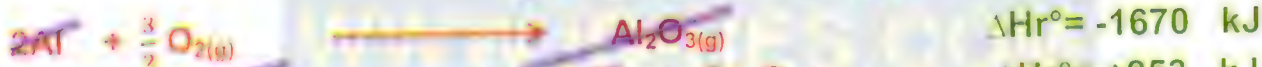
السؤال (25-1) جد ΔH°f لـ Fe₂O₃ من انثالبيات التفاعلات الاتية



الحل / نكتب المعادلة الهدف وهي تكوين اوكسيد الحديد الثلاثي من عناصره الاساسية باثبت صورة .



للحصول على المعادلة الهدف نقلب المعادلة الاولى ونقسمها على 2 ونقلب الثانية



موقع طلاب العراق

الاثرائيات الخاصة بموضوع هيس

مثال اضافي 15 احسب انثالبية التكوين القياسية ΔH_f° لغاز CO اذا علمت ان حرارة تفكك CO_2

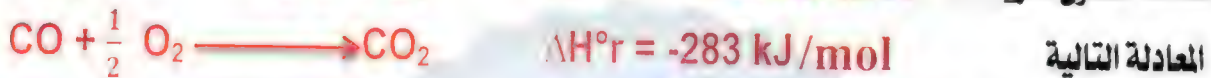
هي $+394 \text{ KJ/mole}$ وان حرارة التفاعل الاتي $CO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2$ $\Delta H_r^\circ = -283 \text{ KJ}$

الحل

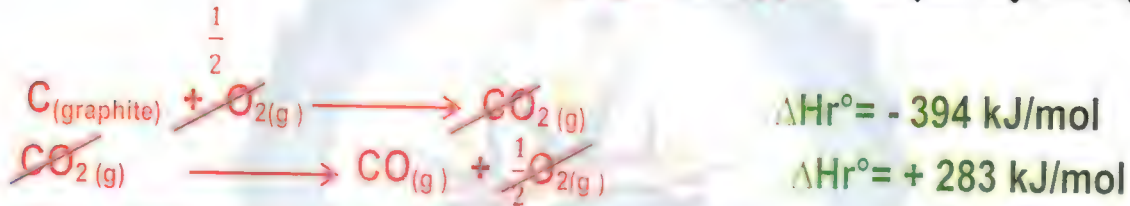


المعادلة الهدف

المعادلات المعطاة



للحصول على المعادلة الهدف تقلب المعادلة الاولى ونقلب الثانية ايضا



مثال اضافي 16 احسب قيمة التغير في المحتوى الحراري اللازمة لتحول مول واحد من

الماس الى الكرافيت اذا علمت ان انثالبي الاحتراق للماس $= -395.4 \text{ kJ/mol}$

و ان انثالبي الاحتراق للكرافيت $= -393.5 \text{ kJ/mol}$

الحل / نكتب معادلة احتراق مول واحد لكل من الماس والكرافيت



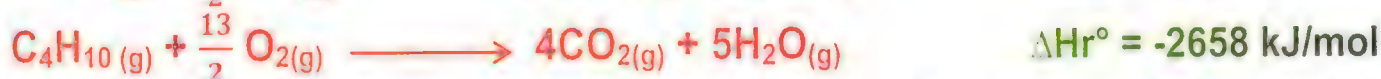
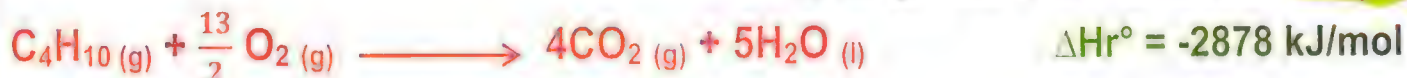
للحصول على معادلة تحول الماس الى كرافيت تبقى المعادلة الاولى كما هي ونقلب الثانية





مثال اضافي 17 يحترق البيوتان C_4H_{10} فيعطي CO_2 وسائل الماء ويبعث حرارة مقدارها -2878 kJ/mol بينما يحترق ليعطي CO_2 وبخار الماء ويبعث حرارة مقدارها -2658 kJ/mol . احسب حرارة تبخر الماء.

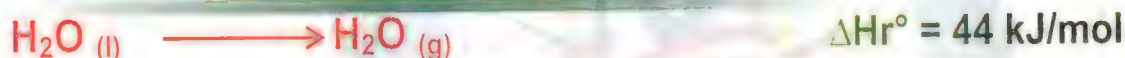
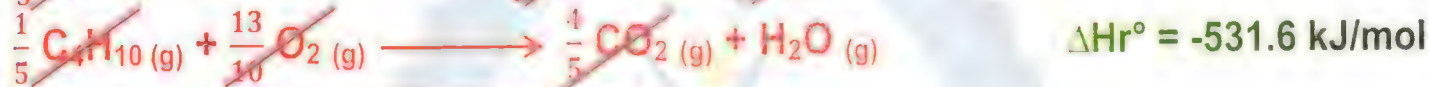
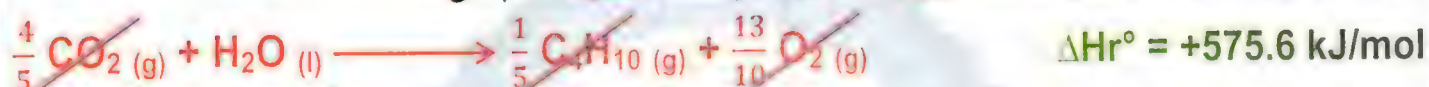
الحل نكتب معادلة الاحتراق المعطاة في السؤال



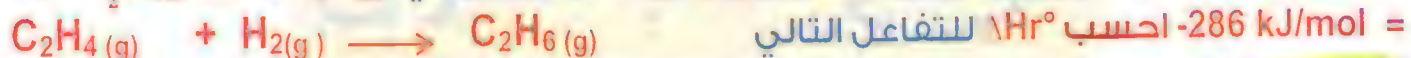
المعادلة الهدف هي **حرارة تبخر الماء** والتبخر هو التحول من السائل الى بخار الماء (الغاز)



للحصول على المعادلة الهدف نقلب المعادلة الاولى وتقسم على 5 والمعادلة الثانية تقسم على 5

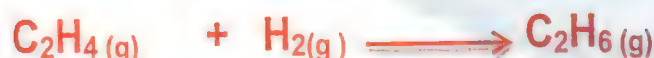


مثال اضافي 18 اذا علمت ان حرارة الاحتراق لغاز الايثان $C_2H_6 = 1600 \text{ kJ/mol}$ و ان حرارة



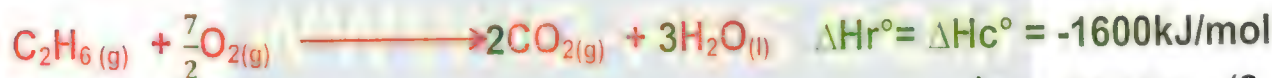
احسب ΔH_r° للتفاعل التالي

الحل



المعادلة الهدف

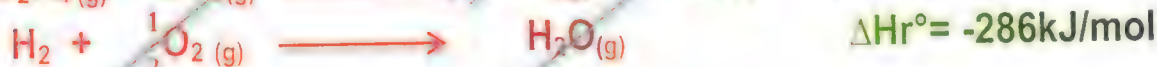
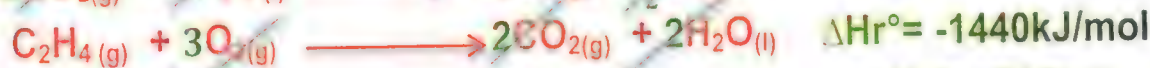
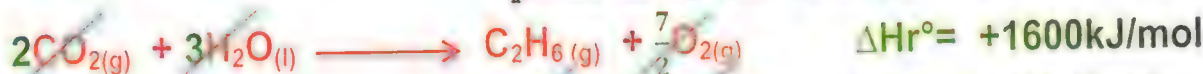
المعادلات المعطاة (1) معادلة احتراق غاز الايثان.



(2) معادلة احتراق غاز الايثان.



للحصول على المعادلة الهدف نقلب المعادلة الاولى وتبقى الثانية والثالثة كما هي.



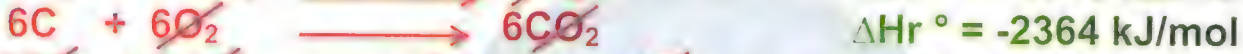
مثال اضافي 19 جد انثالبي التكوين القياسية لسكر الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من H_2 و C و $C_6H_{12}O_6$ بوحدة kJ/mol هي على التوالي $(-286, -394, -2808)$ **الحل** / نكتب معادلة الهدف وهي تكوين غاز سكر الكلوكوز



ثانيا نكتب معادلات احتراق كل من H_2 و C و $C_6H_{12}O_6$



وللحصول على المعادلة الاصلية نضرب المعادلة الاولى في 6 و الثانية في 2 ونقلب الثالثة



مثال اضافي 20 جد انثالبي التكوين القياسية لكحول الميثيل C_2H_5OH اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من H_2 و C و C_2H_5OH بوحدة kJ/mol هي على التوالي $(-286, -394, -1367)$ **الحل** / واجب سيكون الناتج -279 kJ/mol

موقع طلاب العراق

WWW.IQ-RES.COM



ثانياً :- طريقة استخدام قيم انثاليبي التكوين القياسية

يمكن استخدام قيم ΔH_f° لحساب ΔH_r° باستخدام العلاقة التالية

$$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (\text{Products}) - \sum n \Delta H_f^\circ (\text{Reactants})$$

حيث n عدد مولات المتفاعلات (Reactants) والنواتج (Products) و \sum تعني مجموع.
للتوضيح أكثر لنأخذ التفاعل الحراري الآتي



يمكن حساب ΔH_r° للتفاعل أعلاه بالصورة التالية

$$\Delta H_r^\circ = [g\Delta H_f^\circ (G) + h\Delta H_f^\circ (H)] - [a\Delta H_f^\circ (A) + b\Delta H_f^\circ (B)]$$

ملاحظات مهمة قبل الدخول الى حل مسائل استخدام قيم انثاليبي التكوين القياسية.

- لا بد من التذكير ان هناك عناصر بأثبت صورها ΔH_f° لها = صفر.
مثل $H_{2(g)}$ و $O_{2(g)}$ و $N_{2(g)}$ و $Br_{2(l)}$ و $I_{2(s)}$ و $Cl_{2(g)}$ و $F_{2(g)}$ و $Al_{(s)}$ الخ.
- أفضل طريقة لحل المسألة رياضياً هي ان ننهي ناتج كل طرف بدقة ثم نقوم بعملية طرح الطرف الاول من الثاني.
- ربما يعطي ΔH_r° للتفاعل ويعطي ΔH_f° لإطراف المعادلة مع إبقاء عنصر او مادة مجهولة الى ΔH_f° .
- إذا كان الطرف الثاني ناتجاً سالب فتصبح العملية الطرف الاول - الطرف الثاني كما موضح

$$\text{[الطرف الثاني]} + \text{[الطرف الاول]} = \text{[الطرف الثاني]} - \text{[الطرف الاول]}$$

يُجرى تفاعل الترميت وفق المعادلة التالية.



احسب انثاليبي التفاعل القياسية لهذا التفاعل اذا علمت ان

$$\Delta H_f^\circ Fe_2O_{3(s)} = -822 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_f^\circ Al_2O_{3(s)} = -1670 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_f^\circ Fe_{(l)} = 12 \text{ kJ/mol}$$

الحل /

$$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (P) - \sum n \Delta H_f^\circ (R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [\Delta H_f^\circ (Al_2O_{3(s)}) + 2\Delta H_f^\circ (Fe_{(l)})] - [2\Delta H_f^\circ (Al_{(s)}) + \Delta H_f^\circ (Fe_2O_{3(s)})]$$

$$\Delta H_r^\circ = [(-1670) + (2 \times 12)] - [(2 \times 0) + (-822)]$$

$$\Delta H_r^\circ = -1670 + 24 + 822 = -1670 + 846 = -824 \text{ kJ}$$

تمرين 1-1 يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليعطي غاز CO_2 والماء السائل احسب ΔH_r° لهذا التفاعل اذا علمت

$$\Delta H_f^\circ (C_6H_{6(l)}) = 49 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_f^\circ CO_{2(g)} = -394 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_f^\circ (H_2O_{(l)}) = -286 \text{ kJ/mol}$$

الحل / معادلة احتراق البنزين السائل هي.



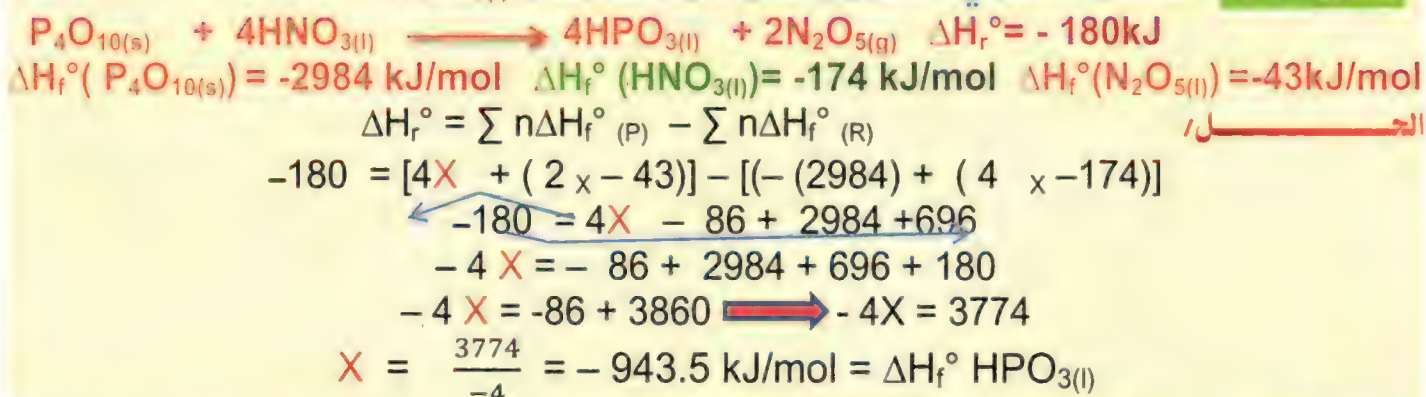
$$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (P) - \sum n \Delta H_f^\circ (R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [6(-394) + 3(-286)] - [(49) + (\frac{15}{2} \times 0)]$$

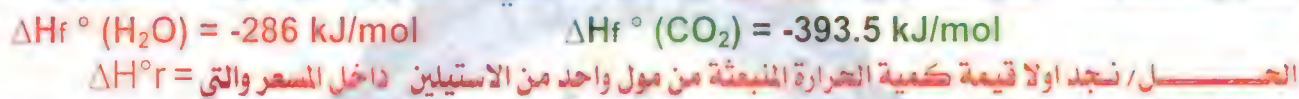
$$\Delta H_r^\circ = -2364 - 858 - 49 = -3271 \text{ kJ/mol}$$



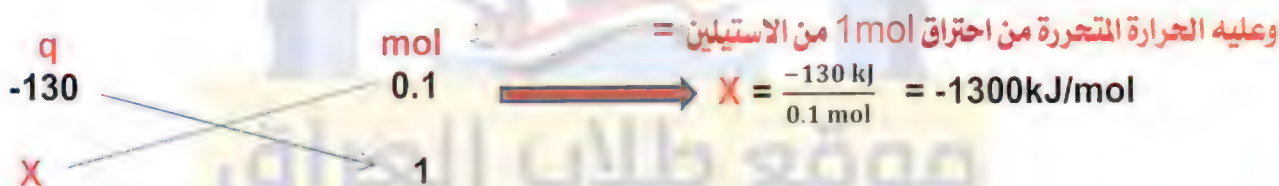
سؤال 16-1 احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $\text{HPO}_3(\text{l})$.



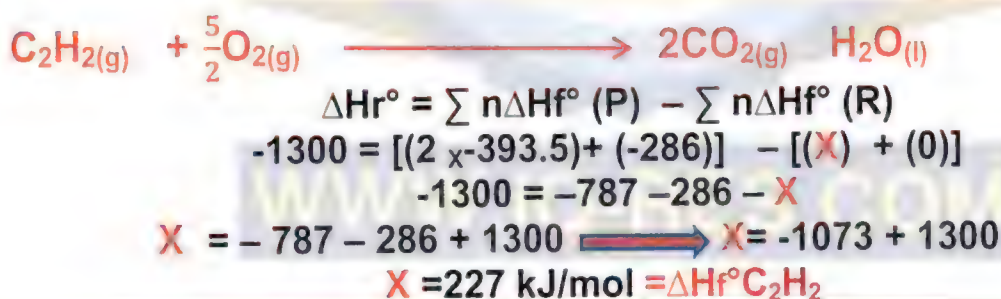
سؤال 19-1 في مسعر حراري وضع 2.6g من الاستيلين C_2H_2 ($M=26 \text{ g/mol}$) فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق = 130 kJ احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين اذا علمت.



$$n(\text{ mol}) = \frac{m(\text{g})}{M(\frac{\text{g}}{\text{mol}})} = \frac{2.6 \text{ g}}{26 \text{ g/mol}} = 0.1 \text{ mol}$$



نكتب الان معادلة احتراق الاستيلين



ملاحظات عن هذا السؤال :-

- 1- مطلوب السؤال يريد انثالبي التكوين القياسية للاستيلين وهذا يستخرج بطريقتين الاولى اما عن طريق تعريف انثالبي التكوين القياسية وهذا صعب لان المعادلة ليست من عناصر اولية والتكوين اكثر من مول .
او عن طريق استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية بالاعتماد على انثالبي التفاعل القياسية وهذا يتطلب امرين
اولاً :- ايجاد انثالبي التفاعل القياسية وسيتم استخراجها بالاعتماد على معلومات المسعر.
ثانياً :- معادلة للتفاعل وسيتم كتابتها بالاعتماد على احتراق الاستيلين .
- 2- تم استخراج كمية حرارة المسعر المنبعثة بوحدة كيلو جول لكل مول واحد بخطوتين لان كمية الحرارة معطاة بالسؤال وبوحدة الكيلو جول وبذلك الغيت الخطوة الاولى والثانية والخامسة.

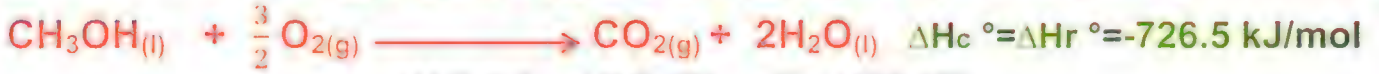
لمسحاة اذا وجدت في سؤال ΔH_f° لركب ما مجهولة وهات ΔH_f° لركبات اخرى في نفس السؤال معلومة لاستخدم القالين

$$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ(\text{P}) - \sum n \Delta H_f^\circ(\text{R})$$

مثال اضافي 21 احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب لكحول الميثيل CH_3OH اذا علمت ان حرارة احتراق مول واحد منه -726.5 kJ/mol علما ان

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_f^\circ (\text{CO}_2) = -393.5 \text{ kJ/mol}$$

الحل / نكتب معادلة احتراق كحول الميثيل بما ان الحرق لمول واحد يمكن القول $\Delta H_r^\circ = \Delta H_c^\circ$



$$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (\text{P}) - \sum n \Delta H_f^\circ (\text{R})$$

$$-726.5 = [(1 \times -393.5) + (2 \times -286)] - [(X) + (0)]$$

$$-726.5 = -393.5 - 572 - X$$

$$X - 393.5 - 572 + 726.5 \longrightarrow X = -965.5 + 726.5$$

$$X = -239 \text{ kJ/mol} = \Delta H_f^\circ \text{CH}_3\text{OH}$$

مثال اضافي 22 في مسعر حراري وضع 3.2 g من الميثان CH_4 ($M=16 \text{ g/mol}$) فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق 178 kJ احسب انثالبي التكوين القياسية للميثان اذا علمت.

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_f^\circ (\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$$

الحل / واجب وللتأكد من صحة العمل الناتج يجب ان يكون -78 kJ/mol

موقع طلاب العراق

www.iq-res.com

1- 14 العمليات التلقائية

هي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير خارجي ومن الأمثلة عليه.

- سقوط الماء من أعلى الشلال ولكن صعوده إليه مستحيل.
- انتقال الحرارة من الجسم الحار الى الجسم البارد ولكن عكس العملية صحيح.
- ذوبان قطعة السكر في كوب من القهوة ولكن السكر المذاب لا يتجمع تلقائيا كما في شكله الابتدائي.
- انجماد الماء تلقائيا تحت 0°C وينصهر الجليد تلقائيا فوق 0°C .
- يصدأ الحديد تلقائيا عندما يتعرض للأوكسجين والرطوبة ولكن صدأ الحديد لا يمكن ان يتحول تلقائيا الى الحديد.

س/ ما هو السبب الذي يجعل بعض العمليات تحدث تلقائيا؟

ان احد الاجوبة الأكثر قبولا هو ان جميع العمليات التلقائية يرافقها **انخفاض في طاقة النظام الكلية** اي الطاقة **النهائية** اقل من الطاقة **الابتدائية** للنظام.

لذا يلاحظ ان اغلب التفاعلات التي يرافقها انخفاض في الطاقة اي الانثالي كما في حالات التفاعل الباعثة للحرارة تحدث تلقائيا عند الظروف القياسية مثل احتراق الميثان.



س/ هل ان كل تفاعل تلقائي هو باعث للحرارة

ج/ كلا و لسبب بسيط هو انه هناك تغيرات فيزيائية وكيميائية تحدث تلقائيا وتكون ماصة للحرارة . مثل انصهار الجليد في درجة حرارة الغرفة عملية تلقائية رغم انها ماصة للحرارة.



اغلب عمليات التفكك والتحلل والانصهار تحدث تلقائيا بدرجات الحرارة العالية. مما تقدم يمكن القول انه التفاعلات الماصة و الباعثة للحرارة ممكن ان تحدث تلقائيا او ان تكون غير تلقائية بمعنى اخر لا يمكننا ان نقرر التفاعل تلقائي هو باعث او ماص للحرارة ولعمل هذا النوع من التوقع نحتاج الى حالة ثرموداينمكية جديدة تسمى **الانتروبي (S)**.

15-1 الانتروبي (S)

هي دالة حالة ثرموداينمكية تعتبر مقياس درجة للعشوائية او لا انتظام النظام الثرموداينمكي ويرمز لها بالحرف (S).

- ان سبب ادخال دالة الحالة الانتروبي **للتنبؤ بتلقائية التفاعل**.
- كلما كان الانتظام قليلا في النظام (عشوائية اكبر) كانت قيمة الانتروبي كبيرة والعكس صحيح.
- ان الانتروبي دالة حالة شانها شان الانثالي لذا لا يمكن قياس القيم المطلقة لها وانما يقاس التغير الحاصل في الانتروبي.

$$\Delta S = S_f - S_i$$

حيث S_f الانتروبي النهائية S_i الانتروبي الابتدائية

- ان جميع التفاعلات الكيميائية والتحولات الفيزيائية السابقة والتي تجري بشكل تلقائي يرافقها دائما زيادة في الانتروبي **بشكل عام (احفظ)**

انتروبي الحالة الغازية دائما أكبر من انتروبي الحالة السائلة الذي هو أكبر من انتروبي الحالة الصلبة.

بعض الحالات التي تؤدي الى زيادة الانتروبي للنظام.

- في عملية الانصهار للمواد الصلبة تكون الذرات او الجزيئات في الحالة الصلبة محصورة في مواقع ثابتة وعند الانصهار فان هذه الذرات او الجزيئات تبدأ بالحركة لذا تتحرك خارج الشبكة البلورية مما يزيد من عشوائيتها.
- في عملية التبخر للحالة السائلة تؤدي الى زيادة الانتروبي أيضا وهي اكبر بكثير من تلك الزيادة في عملية الانصهار بسبب ان الذرات والجزيئات في المطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي أكثر مما في الفراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه.



زيادة في العشوائية

خلاصة مهمة جدا جدا

- عند التحول من الصلب الى السائل تزداد الانتروبي ΔS ، بسبب التحول من النظام الى اللانظام
 - عند التحول من السائل الى البخار تزداد الانتروبي ΔS ، بسبب التحول من النظام الى اللانظام.
 - عند ذوبان صلب او سائل في مذيب وتكون محلول تزداد الانتروبي. ذوبان غاز يقل الانتروبي.
 - التسامي زيادة في الانتروبي. يعني كل تسخين زيادة كل تبريد يقل الانتروبي
 - كل تسخين زيادة في الانتروبي كل تبريد يقل الانتروبي
 - اذا كانت عدد مولات الناتج أكثر من عدد مولات المتفاعلات زيادة في الانتروبي واذا كانت اقل يقل الانتروبي
 - عند زيادة الضغط يقل الانتروبي (لماذا).
 - في تفاعل ما كان نفس عدد المولات في النواتج والمتفاعلات فالطرف الذي فيه عدد أكثر من المواد هو الذي يكون فيه زيادة في الانتروبي
- مثل التفاعل ادناه
- $$2\text{HBr(g)} \longrightarrow \text{H}_2\text{(g)} + \text{Br}_2\text{(g)}$$
- نلاحظ ان عدد المولات في الطرفين متساوي لكن هناك زيادة في انتروبي النواتج لان عدد موادها أكثر

مثال 9-1 تتبأ اذا كان التغير في الانتروبي ΔS أكبر او اقل من الصفر للعمليات التالية؟

- تجمد كحول الميثيل. $\Delta S < 0$
- الانجماد تحول من سائل الى صلب وبالتالي انتروبي اقل اي التغير اقل من الصفر ($\Delta S < 0$)
- تبخر سائل البروم. $\Delta S > 0$
- التبخر تحول من سائل الى غاز وبالتالي انتروبي اكثر اي التغير اكبر من الصفر ($\Delta S > 0$)
- ذوبان الكلوكوز في الماء. $\Delta S > 0$
- ذوبان الكلوكوز تحول من صلب الى سائل وبالتالي انتروبي اكثر اي التغير اكبر من الصفر ($\Delta S > 0$)
- تبريد غاز النتروجين من 80°C الى 20°C . $\Delta S < 0$
- كل تبريد انتروبي اقل اي التغير اقل من الصفر ($\Delta S < 0$)
- تسخين غاز الهيدروجين من 20°C الى 80°C . $\Delta S > 0$
- كل تسخين انتروبي اكثر اي التغير اكبر من الصفر ($\Delta S > 0$)
- تسامي اليود الصلب. $\Delta S > 0$
- التبخر تحول من صلب الى غاز وبالتالي انتروبي اكثر اي التغير اكبر من الصفر ($\Delta S > 0$)

سؤال 17-1 ماذا تعني العملية التلقائية ثم أعط مثالين لكل من العمليات التلقائية وغير التلقائية.

الجواب / هي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير خارجي.
ومن الامثلة على التلقائية 1- سقوط الماء من أعلى الشلال 2 ذوبان قطعة السكر في الماء.
ومن الامثلة على غير التلقائية 1- تسلق قمة جبل ايفرست 2- تجمع السكر الى شكله الابتدائي.

حساب الانتروبي القياسية للتفاعلات الكيميائية

يمكننا علم الثرموداينمك من حساب قيمة الانتروبي المطلقة التي سيكون رمزها S° لجميع العناصر والمركبات والتي يمكن استخدامها لقياس التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r° من العلاقة التالية.

$$\Delta S_r^\circ = \sum n \Delta S^\circ (\text{Products}) - \sum n S^\circ (\text{Reactants})$$

حيث n عدد مولات المتفاعلات (Reactants) والنواتج (Products) و \sum تعني مجموع.

للتوضيح أكثر لنأخذ التفاعل الحراري الآتي



يمكن حساب ΔS_r° للتفاعل أعلاه بالصورة التالية

$$\Delta S_r^\circ = [gS^\circ (G) + hS^\circ (H)] - [aS^\circ (A) + bS^\circ (B)]$$

مثال 10-1 احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r° للتفاعل التالي في الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm ؟



$$S^\circ (\text{CO}) = 198 \text{ J/K.mol} \quad S^\circ (\text{O}_2) = 205 \text{ J/K.mol}$$

$$S^\circ (\text{CO}_2) = 214 \text{ J/K.mol}$$

إذا علمت ان

الحل /

$$\Delta S_r^\circ = \sum n S^\circ (\text{Products}) - \sum n S^\circ (\text{Reactants})$$

$$\Delta S_r^\circ = [2S^\circ (\text{CO}_2)] - [2S^\circ (\text{CO}) + S^\circ (\text{O}_2)]$$

$$\Delta S_r^\circ = [2 \times 214] - [2 \times 198 + 205]$$

$$\Delta S_r^\circ = (428) - (601) = -173 \text{ J/K.mol}$$

تمرين 13-1 احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r° للتفاعل التالي في الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm ؟



$$S^\circ (\text{Fe}_2\text{O}_3) = 87 \text{ J / K .mol} \quad S^\circ (\text{O}_2) = 205 \text{ J / K .mol}$$

$$S^\circ (\text{FeO}) = 27 \text{ J / K .mol}$$

إذا علمت ان

الحل /

$$\Delta S_r^\circ = \sum n S^\circ (\text{Products}) - \sum n S^\circ (\text{Reactants})$$

$$\Delta S_r^\circ = [2 \times 87] - [4 \times 27 + (3 \times 205)] =$$

$$\Delta S_r^\circ = (174) - (108 + 615) = 174 - 723 = -549 \text{ J/k.mol}$$

16-1 طاقة كبس الحرة (G).

وجد العالم كبس علاقة تربط بين الانثالبي (H) والانتروبي (S)، تتيح لنا التنبؤ بتلقائية التفاعل بشكل أبسط من الاعتماد على استخدام قيم الانثالبي والانتروبي. ولذا يمكن تعريفها بالشكل التالي

طاقة كبس الحرة (G): هي دالة حالة ثرموداينمكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية التفاعل وتمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الانتروبي والانثالبي.

ان التغير في طاقة كبس الحرارة يمثل بالعلاقة التالية

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

اما كيف تعد مؤشرا لتلقائية التفاعل من اشارتها وبالصورة الآتية

1. ΔG قيمة سالبة ($\Delta G < 0$)، يعني التفاعل او التغير الفيزيائي تلقائي.

2. ΔG قيمة موجبة ($\Delta G > 0$)، يعني التفاعل او التغير الفيزيائي غير تلقائي.

3. ΔG صفر ($\Delta G = 0$)، يعني التفاعل او التغير الفيزيائي في حالة اتزان.

1-16-1 طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل (ΔG_r°).

سؤال 34-1 عرف طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية وما هي وحداتها؟

الجواب / هي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول من اي مركب من عناصره الأساسية بأثبت صورها عند ΔG_f° kJ/mol ووحداتها ΔG_f° ويرمز لها 1 atm وضغط 25°C الظروف القياسية عند حرارة ويمكن إيجاد قيم طاقة كبس الحرة للتفاعل القياسية بمعادلة تشبه معادلة إيجاد انثالبي التفاعل القياسية.

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\Delta G_f^\circ (\text{Products}) - \sum n\Delta G_f^\circ (\text{Reactants})$$

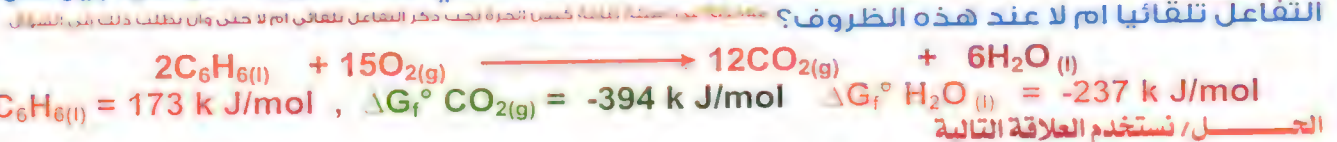
حيث n عدد مولات المتفاعلات (Reactants) والنواتج (Products) و \sum تعني مجموع. للتوضيح أكثر لناخذ التفاعل الحراري الآتي



يمكن حساب ΔG_r° للتفاعل أعلاه بالصورة التالية

$$\Delta G_r^\circ = [g\Delta G_f^\circ (G) + h\Delta G_f^\circ (H)] - [a\Delta G_f^\circ (A) + b\Delta G_f^\circ (B)]$$

مثال 11-1 احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل التالي عند الظروف القياسية بين هل يجري التفاعل تلقائيا ام لا عند هذه الظروف؟



الحل / نستخدم العلاقة التالية

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\Delta G_f^\circ (\text{P}) - \sum n\Delta G_f^\circ (\text{R})$$

$$\Delta G_r^\circ = [(12 \times -394) + (6 \times -237)] - [(2 \times 173) + 15 \times 0]$$

$$\Delta G_r^\circ = [(-4728) + (-1422)] - [346] = -6496 \text{ k J/mol}$$

القيمة سالبة التفاعل تلقائي

تمرين 14-1 احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل التالي عند الظروف القياسية بين هل يجري التفاعل تلقائيا ام لا عند هذه الظروف؟



الحل/نستخدم العلاقة التالية:-

$$\Delta G_r^\circ = \sum n \Delta G_f^\circ (P) - \sum n \Delta G_f^\circ (R)$$

$$\Delta G_r^\circ = [(2 \times 52)] - [(2 \times 87) + (0)]$$

$$\Delta G_r^\circ = [104] - [174] = -70 \text{ k J/mol}$$

بما انه القيمة سالبة اذا يجري التفاعل بشكل تلقائي

تطبيقات معادلة كبس واتجاه سير التفاعلات الكيميائية

تعد معادلة كبس مهمة جدا عند تطبيقها على التفاعلات الكيميائية وذلك لان استخدام قيم ΔG تغنيانا عن اخذ التغيرات التي تحدث في الانثالي والانتروبي.

س/ ما هي اكثر عاملين يضمنان تلقائية التفاعل.

1- طاقة الانثالي اقل ما يمكن اي قيمة ΔH سالبة اي تفاعل باعث.

2- طاقة الانتروبي اعلى ما يمكن اي قيمة ΔS موجبة (والسبب لانه ΔS توجد ضمن الحد (TAS) لذا اذا

كانت قيمتها اعلى من ΔH ستصبح قيمة ΔG سالبة اي التفاعل تلقائي)

س/ متى لا يكون لدرجة الحرارة تأثير على تلقائية التفاعل.

ج / في التفاعل الباعث العشوائي دائما التفاعل تلقائي مهما كانت درجة الحرارة

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

هذه عملية جمع وليس ضرب وسالب + سالب = سالب

$$\Delta G = - - (+) = - - = \text{دائما} -$$

س/ متى لا يكون لدرجة الحرارة تأثير على عدم تلقائية التفاعل.

ج / في التفاعل الماص المنتظم دائما التفاعل غير تلقائي مهما كانت درجة الحرارة

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = + - (-) = + + = \text{دائما} +$$

ملاحظات أخرى قبل الدخول في الأسئلة الخاصة بكبس

1. للتذكير ΔG سالبة التفاعل تلقائي ΔG موجبة التفاعل غير تلقائي.
2. عمليات الانصهار - التبخر (الغيان) - التسامي عمليات ماصة للحرارة اي ΔH موجبة وهي ايضا عمليات تزداد فيها العشوائية اي ΔS موجبة.
3. عمليات الانجماد (التبلور) - التكثيف (الندى) هي عمليات باعثة للحرارة اي ΔH سالبة وايضا عمليات تقل فيها العشوائية اي ΔS سالبة.
4. حينما يقول مسبب انخفاض درجة حرارة المحلول اي العملية ماصة. والعكس باعثة.
5. ذوبان صلب أو سائل زيادة الانتروبي ΔS موجبة وعلى الأغلب هي عمليات ماصة.
6. ذوبان غاز يقل الانتروبي ΔS سالبة وهي عمليات باعثة.
7. عملية تحلل تفكك (ماصة - عشوائية) الاندماج (باعثة تقل العشوائية).
8. أهم نقطة هو انه سواء قال العملية تلقائية او غير تلقائية نحن نفترض حدوثها لكن ان قال تلقائية يجب اثبات ΔG قيمة سالبة وان قال لا تتم او غير تلقائية يجب إثباتها موجبة.

السؤال 39 من اسئلة الفصل علل ما يأتي وفق علاقة كبس

2- لا يتحلل الماء الى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية

ج / العملية غير تلقائية ΔG موجبة
العملية ماصة للحرارة ΔH موجبة.
العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS موجبة
والحد $T\Delta S > \Delta H$ من الحد
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
+ - (+) = + اصغر = +

1- عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية.

ج / العملية تلقائية ΔG سالبة
العملية ماصة للحرارة ΔH موجبة.
العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS موجبة
والحد $T\Delta S < \Delta H$ من الحد
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
+ - (+) = + اصغر = -

4. لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بالحرارة الاعتيادية.

ج / العملية غير تلقائية ΔG موجبة
العملية ماصة للحرارة ΔH موجبة.
العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS موجبة
والحد $T\Delta S > \Delta H$ من الحد
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
+ - (+) = + اصغر = +

3. يذوب غاز SO_2 في الماء ويبعث حرارة عالية.

ج / العملية تلقائية ΔG سالبة
العملية باعثة للحرارة ΔH سالبة.
العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS سالبة
والحد $T\Delta S > \Delta H$ من الحد
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
- - (-) = - اصغر = -

6 - يتجمد الماء تلقائيا بدرجات الحرارة المنخفضة

ج / العملية تلقائية ΔG سالبة
العملية باعثة للحرارة ΔH سالبة.
العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS سالبة
والحد $T\Delta S > \Delta H$ من الحد
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
- - (-) = - اصغر = -

5. تفكك اوكسيد الزئبق II تلقائي دائما بدرجات الحرارة العالية

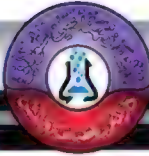
ج / العملية تلقائية ΔG سالبة
العملية ماصة للحرارة ΔH موجبة.
العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS موجبة
والحد $T\Delta S < \Delta H$ من الحد
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
+ - (+) = + اصغر = -

8. بعض الاملاح تذوب تلقائيا بالرغم انه عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص بالحرارة

ج / العملية تلقائية ΔG سالبة
العملية ماصة للحرارة ΔH موجبة.
العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS موجبة
والحد $T\Delta S < \Delta H$ من الحد
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
+ - (+) = + اصغر = -

7- يتحلل الاوزون الى الاوكسجين بدرجات الحرارة الاعتيادية.

ج / يتحلل الاوزون وفق المعادلة التالية
 $2O_{3(g)} \longrightarrow 3O_{2(g)}$
العملية تلقائية ΔG سالبة
العملية باعثة للحرارة ΔH سالبة. (حالة خاصة)
العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS موجبة
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
(-) - (+) = - - = -
التفاعل تلقائي في جميع درجات الحرارة



مثال اضافي 23 تعاليل اضافية وفق علاقة كيس

1- عملية تبخر سائل البروم تلقائية بالحرارة العالية.

ج / العملية تلقائية ΔG سالبة

العملية ماصة للحرارة ΔH موجبة.

العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS موجبة

والحد $T\Delta S < \Delta H$ من الحد

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$+ - (+) = + - \text{اخير} = -$$

2- عملية الندى عملية تلقائية في فصل الشتاء

ج / العملية تلقائية ΔG سالبة

العملية باعثة للحرارة ΔH سالبة.

العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS سالبة

والحد $T\Delta S > \Delta H$ من الحد

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$- - (-) = - + \text{اصغر} = +$$

3- عدم سقوط الامطار صيفيا

ج / العملية غير تلقائية ΔG موجبة

العملية باعثة للحرارة ΔH سالبة.

العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS سالبة

والحد $T\Delta S < \Delta H$ من الحد

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$- - (-) = - + \text{اخير} = +$$

4- لا ينصهر الحديد بالحرارة الاعتيادية.

ج / العملية غير تلقائية ΔG موجبة

العملية ماصة للحرارة ΔH موجبة.

العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS موجبة

والحد $T\Delta S > \Delta H$ من الحد

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$+ - (+) = + - \text{اصغر} = +$$

6- لا ينصهر الجليد بالحرارة المنخفضة (واجب)

6- يسيل غاز النيتروجين بالتبريد. (واجب)

8- سقوط الامطار تلقائيا بالحرارة المنخفضة. (واجب)

7- لا ينصهر الثلج في درجات الحرارة المنخفضة. (واجب)

يمكن استخدام علاقة كبس اذا تم قياس قيمة ΔH_r° و ΔS_r° للتفاعل عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm على الصورة الآتية.

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

سؤال 6-1 جد قيمة ΔG_r° للتفاعل الآتي



الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الآتية

$$\Delta H_f^\circ (\text{CO}) = -110.5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2) = -393.5 \text{ kJ/mol}$$

$$S^\circ (\text{CO}) = 198 \text{ J/K.mol}$$

$$S^\circ (\text{CO}_2) = 214 \text{ J/K.mol}$$

$$S^\circ (\text{O}_2) = 205 \text{ J/K.mol}$$

الحل /

نجد اولاً قيمة ΔH_r°

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (\text{P}) - \sum n\Delta H_f^\circ (\text{R})$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2\Delta H_f^\circ \text{CO}_{2(g)})] - [(2\Delta H_f^\circ \text{CO}_{(g)}) + (\Delta H_f^\circ \text{O}_{2(g)})]$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2 \times -393.5)] - [(2 \times -110.5) + (0)]$$

$$\Delta H_r^\circ = (-787) - (-221) = -787 + 221 = -566 \text{ kJ/mol}$$

ثم نجد قيمة ΔS_r°

$$\Delta S_r^\circ = \sum nS^\circ (\text{Products}) - \sum nS^\circ (\text{Reactants})$$

$$\Delta S_r^\circ = [2S^\circ (\text{CO}_2)] - [2S^\circ (\text{CO}) + S^\circ (\text{O}_2)]$$

$$\Delta S_r^\circ = [(2 \times 214)] - [(2 \times 198) + 205]$$

$$\Delta S_r^\circ = (428) - (601) = -173 \text{ J/K.mol}$$

نحول الان قيمة ΔS_r° بوحدة kJ/K.mol

$$\Delta S_r^\circ (\text{kJ/K.mol}) = -173 \text{ J/K.mol} \times \frac{1\text{kJ}}{1000\text{J}} = -0.173 \text{ kJ/K.mol}$$

$$T_{(K)} = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \quad 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = -566 \text{ kJ/mol} - (298 \text{ K} \times -0.173 \text{ kJ/K.mol})$$

$$\Delta G_r^\circ = -566 \text{ kJ/mol} - (-51.554 \text{ kJ/mol}) = -514.4 \text{ kJ/mol}$$

بما ان قيمة ΔG_r° سالبة فالتفاعل يجري بشكل تلقائي.



سؤال 1-22 للتفاعل التالي



أحسب قيمة ΔS_r° للتفاعل بوحدة J/K.mol

علمنا ان $\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) = -242\text{KJ/mol}$ $\Delta G_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) = -228\text{KJ/mol}$

الحل /

نستخرج قيمة ΔH_r° للتفاعل

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (\text{P}) - \sum n\Delta H_f^\circ (\text{R})$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O})] - [(2\Delta H_f^\circ \text{H}_2) + (\Delta H_f^\circ \text{O}_2)]$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2 \times -242)] - [(0) + (0)] = -484 \text{ kJ/mol}$$

نستخرج قيمة ΔG_r° للتفاعل

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\Delta G_f^\circ (\text{P}) - \sum n\Delta G_f^\circ (\text{R})$$

$$\Delta G_r^\circ = [(2\Delta G_f^\circ \text{H}_2\text{O})] - [(2\Delta G_f^\circ \text{H}_2) + (\Delta G_f^\circ \text{O}_2)]$$

$$\Delta G_r^\circ = [(2 \times -228)] - [(0) + (0)] = -456 \text{ kJ/mol}$$

نحول درجة الحرارة من $^\circ\text{C}$ الى K

$$T_{(\text{K})} = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \quad 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$T\Delta S_r^\circ = \Delta H_r^\circ - \Delta G_r^\circ$$

$$\Delta S_r^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ - \Delta G_r^\circ}{T}$$

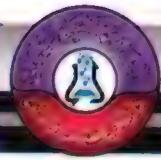
$$\Delta S_r^\circ = \frac{-484\text{KJ/mol} + 456\text{KJ/mol}}{298 \text{ K}}$$

$$\Delta S_r^\circ = \frac{-28 \text{ KJ/mol}}{298 \text{ K}} = -0.094 \text{ kJ/K.mol}$$

$$\Delta S_r^\circ (\text{J/K.mol}) = 0.094\text{kJ/K.mol} \times 1000 \text{ J/kJ} = -94\text{J/K.mol}$$

ΔH° و ΔH_r° ونفس الامر ينطبق على ΔG° و ΔG_r° انتبه جيدا وارق بين

للتذكير قيم الانتالبي والطاقة الحرة للعناصر في حالتها القياسية $= 0$



بالاستعانة بالمعلومات التالية.

المادة	ΔH_f° kJ/ mol	S° J/K. mol
$C_2H_5OH(l)$	-278	161
$O_{2(g)}$	0	205
$CO_{2(g)}$	-394	214
$H_2O(l)$	-286	70

أحسب (أ) ΔH_r° (ب) ΔS_r° (ج) ΔG_r° عند الظروف القياسية.

الحل

(أ) حساب ΔH_r°

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (\text{Products}) - \sum n\Delta H_f^\circ (\text{Reactants})$$

$$\Delta H_r^\circ = [2\Delta H_f^\circ(CO_2) + 3\Delta H_f^\circ(H_2O)] - [\Delta H_f^\circ(C_2H_5OH) + 3\Delta H_f^\circ(O_2)]$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2 \times -394) + (3 \times -286)] - [-278 + (3 \times 0)]$$

$$\Delta H_r^\circ = [(-788) + (-858)] - [-278] = -1368 \text{ kJ/ mol}$$

(ب) حساب ΔS_r°

$$\Delta S_r^\circ = \sum nS^\circ (\text{Products}) - \sum nS^\circ (\text{Reactants})$$

$$\Delta S_r^\circ = [2S^\circ(CO_2) + 3S^\circ(H_2O)] - [S^\circ(C_2H_5OH) + 3S^\circ(O_2)]$$

$$\Delta S_r^\circ = [(2 \times 214) + (3 \times 70)] - [161 + (3 \times 205)]$$

$$\Delta S_r^\circ = [(428) + (210)] - [161 + 615]$$

$$\Delta S_r^\circ = (638) - (776) = -138 \text{ J/K. mol}$$

$$\Delta S_r^\circ (\text{kJ/K. mol}) = -138 \text{ J/K. mol} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = -0.138 \text{ kJ/K. mol}$$

(ج) حساب ΔG_r° نحول درجة الحرارة من $^\circ\text{C}$ إلى $^\circ\text{K}$

$$T_{(K)} = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \quad 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = -1368 \text{ kJ/ mol} - (298 \text{ K} \times -0.138 \text{ kJ/K. mol})$$

$$\Delta G_r^\circ = -1368 \text{ kJ/ mol} - (-41.124 \text{ kJ/ mol}) = -1327 \text{ kJ/ mol}$$

بما أن قيمة ΔG_r° سالبة فالتفاعل يجري بشكل تلقائي.



تمرين 13-1 احسب ΔG_r° للتفاعل الآتي عند الظروف القياسية



حيث تم حساب قيمة ΔH_r° وكانت تساوي -3536 kJ/mol

وكذلك تم حساب ΔS_r° وكانت $374 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$

الحل / اولا نحول وحدات ΔS_r° الى $\text{kJ/K} \cdot \text{mol}$

$$\Delta S_r^\circ (\text{kJ/K} \cdot \text{mol}) = 374 \text{ J/K} \cdot \text{mol} \times \frac{1\text{KJ}}{1000\text{J}} = 0.374 \text{ kJ/K} \cdot \text{mol}$$

نحول درجة الحرارة من $^\circ\text{C}$ الى K

$$T_{(\text{K})} = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \quad 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

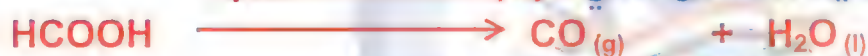
$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = -3536 \text{ kJ/mol} - (298\text{K} \times 0.374 \text{ kJ/K} \cdot \text{mol})$$

$$\Delta G_r^\circ = -3536 \text{ kJ/mol} - (111.425 \text{ kJ/mol}) = -3647.425 \text{ kJ/mol}$$

تمرين (14-1)

اذا كان لدينا التفاعل الآتي / واج ب



فاذا كانت قيمة ΔH_r° تساوي 16 kJ/mol

والتغير في الانتروبي $\Delta S_r^\circ = 234 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$

احسب قيمة التغير في الطاقة الحرة القياسية للتفاعل عند الظروف القياسية وهل

التفاعل تلقائي ام غير تلقائي

الجواب / للتأكد من الحل سيكون الناتج 53.7 kJ/mol

WWW.IQ-RES.COM

مثال اضافي 24 في التفاعل الآتي $\text{HCOOH}_{(l)} \rightarrow \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ فإذا كانت قيمة $\Delta H_r^\circ = 16 \text{ KJ/mole}$ و $\Delta S_r^\circ = 234 \text{ J/K.mole}$ وان $\Delta G_f^\circ \text{ CO} = -137 \text{ KJ/mole}$ و $\Delta G_f^\circ \text{ H}_2\text{O} = -237 \text{ KJ/mole}$ ، احسب مقدار الطاقة الحرة للتكوين القياسية ΔG_f° لحمض الفورميك HCOOH عند 25°C وتحت ضغط (1 atm) .
الحل / نحول قيمة ΔS_r° بوحدة K.J/K.mol

$$\Delta S_r^\circ (\text{kJ/K.mol}) = 234 \text{ J/K.mol} \times \frac{1 \text{ KJ}}{1000 \text{ J}} = 234 \text{ kJ/K.mol}$$

نحول درجة الحرارة من $^\circ\text{C}$ الى K

$$T(\text{K}) = t_{(^\circ\text{C})} + 273 = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

نجد الان طاقة كبس الحرة القياسية.

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = 16 \text{ kJ/mol} - (298 \text{ K} \times 0.234 \text{ kJ/K.mol})$$

$$\Delta G_r^\circ = 16 \text{ kJ/mol} - (69.732 \text{ kJ/mol}) = -53.732 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\Delta G_f^\circ (\text{P}) - \sum n\Delta G_f^\circ (\text{R})$$

$$-53.732 = [(-137) + (-237)] - [X]$$

$$X = -137 - 237 + 53.723 = -374 + 53.732 = -320.268$$

مثال اضافي 25 احسب مقدار التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r° للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $2\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)}$ إذا علمت ان قيم ΔH_f° بوحدة kJ/mole $(\text{CO}_2 = -393.5, \text{CO} = -110.5)$ وان قيم ΔG_f° بوحدة kJ/mole $(\text{CO}_2 = -394, \text{CO} = -137)$.
الحل / واجب وللتأكد من صحة الحل سيكون الناتج -174 J/K.mol

WWW.IQ-RES.COM

تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الآتية

سؤال (1-1)



قيمة $\Delta S_r^\circ = 160 \text{ J/K.mol}$ فإذا علمت أن ΔH_f° لكل من CaCO_3 و CaO و CO_2 هي على التوالي بوحدات

kJ/mol (-1207 , -635 , -393.5) جد

زوروا موقعنا للمزيد

WWW.IQ-RES.COM



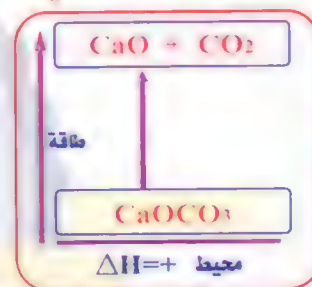
(1) ΔH_r° للتفاعل ثم ارسم مخطط الطاقة.

(2) ΔG_r° للتفاعل.

(3) درجة الحرارة التي سيصبح عندها التفاعل تلقائي.

جـ

(1) نجد أولاً قيمة الإنثالبي ومخطط الطاقة



$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ &= \sum n \Delta H_f^\circ (P) - \sum n \Delta H_f^\circ (R) \\ \Delta H_r^\circ &= [(\Delta H_f^\circ \text{ CaO}) + (\Delta H_f^\circ \text{ CO}_2)] - [(\Delta H_f^\circ \text{ CaCO}_3)] \\ \Delta H_r^\circ &= [(-635) + (-393.5)] - [(-1207)] \\ \Delta H_r^\circ &= (-1028.5) + (1207) = 178.5 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

(2) إيجاد قيمة ΔG_r°

نحول أولاً الآن قيمة ΔS_r° بوحد kJ/K.mol

$$\Delta S_r^\circ (\text{kJ/K.mol}) = 160 \text{ J/K.mol} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = 0.16 \text{ kJ/K.mol}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \Delta S_r^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = 178.5 \text{ kJ/mol} - (298 \text{ K} \times 0.16 \text{ kJ/K.mol})$$

$$\Delta G_r^\circ = 178.5 \text{ kJ/mol} - (47.68 \text{ kJ/mol}) = 130.82 \text{ kJ/mol}$$

(3) لإيجاد درجة الحرارة التي يصبح عندها التفاعل تلقائي

نفرض التفاعل متوازن حيث أن قيمة ΔG عند التوازن = صفر

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \Delta S_r^\circ \rightarrow T = \frac{\Delta H_r^\circ}{\Delta S_r^\circ}$$

$$T = \frac{178.5 \text{ kJ/mol}}{0.16 \text{ kJ/K.mol}} = 1115.6 \text{ K}$$

وعليه يجب تسخين التفاعل إلى أكثر 1115.6 من لكي يصبح التفاعل تلقائي.



تمرين (17-1)

للتفاعل الغازي الآتي



- (1) احسب ΔG° مبينا هل يحدث التفاعل ام لا ولهذا.
 - (2) احسب ΔH° مبينا هل يحدث التفاعل ماص ام باعث للحرارة ولهذا.
 - (3) احسب ΔS° مبينا هل يحدث التفاعل يتحول الى حالة اكثر انتظام ام اقل ولهذا.
- علها ان ΔG° و ΔH° ل NO_2 هي على التوالي (52 و 43) مقاسة بوحدة kJ/mol

موقع طلاب العراق

WWW.IQ-RES.COM



سؤال (7-1) للتحويل الاتي $H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$ وجد ان $\Delta H = 6 \text{ kJ}$ و $\Delta S = 22 \text{ J/K.mol}$ بين رياضيا مع ذكر السبب في اي درجة حرارة يكون تحول الجليد الى سائل تلقائيا عند 250 K ام عند 300 K
الحل / نجد ΔG عند 250 K

اولا نحول ΔS الى وحدات الكيلو جول

$$\Delta S_r^\circ (\text{kJ/K.mol}) = 22 \text{ J/K.mol} \times \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = 0.022 \text{ kJ/K.mol}$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G_r^\circ = -6 \text{ kJ/mol} - (250 \text{ K} \times 0.022 \text{ kJ/K.mol})$$

$$\Delta G_r^\circ = (6-5.5) = 0.5 \text{ kJ/mol}$$
 الاشارة موجبة التحويل غير تلقائي

نجد ΔG عند 300 K

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G_r^\circ = -6 \text{ kJ/mol} - (300 \text{ K} \times 0.022 \text{ kJ/K.mol})$$

$$\Delta G_r^\circ = (6-6.6) = -0.6 \text{ kJ/mol}$$
 الاشارة موجبة التحويل تلقائي

سؤال (14-1) التفاعلات الاتية عند 25°C



$$\Delta H_r^\circ = -81 \text{ kJ} \quad \Delta G_r^\circ = -103.72 \text{ kJ}$$



$$\Delta H_r^\circ = 235.8 \text{ kJ} \quad \Delta G_r^\circ = -195.7 \text{ kJ}$$

على فرض ان ΔH_r° و ΔS_r° لكلا التفاعلين لا تتغير عند درجة الحرارة جد

2. ΔG_r° للتفاعل الثاني عند 1000 K

1. ΔG_r° للتفاعل الاول عند 65°C

حل فرع أ. عند حرارة 65°C

حل فرع أ. عند حرارة 65°C

نستخرج قيمة ΔS_r° عند حرارة 25°C وبما انها قيمة ثابتة نعوض نفس القيمة في حرارة 1000 K
نحول درجة الحرارة الى وحدات الكلفن

نستخرج قيمة ΔS_r° عند حرارة 25°C وبما انها قيمة ثابتة نعوض نفس القيمة في حرارة 65°C
نحول درجة الحرارة الى وحدات الكلفن

$$T(\text{K}) = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$T\Delta S_r^\circ = \Delta H_r^\circ - \Delta G_r^\circ$$

$$\Delta S_r^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ - \Delta G_r^\circ}{T}$$

$$\Delta S_r^\circ = \frac{(253.8) - (-195.7)}{298} = 0.134 \text{ kJ.K}$$

الان نجد قيمة ΔG_r° عند 1000

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = 235.8 - (1000 \times 0.134)$$

$$\Delta G = 235.8 - (134) = -101.8 \text{ kJ}$$

$$T(\text{K}) = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$T\Delta S_r^\circ = \Delta H_r^\circ - \Delta G_r^\circ$$

$$\Delta S_r^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ - \Delta G_r^\circ}{T}$$

$$\Delta S_r^\circ = \frac{(-91) - (-103.72)}{298} = 0.042 \text{ kJ.K}$$

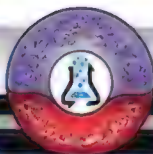
الان نجد قيمة ΔG_r° عند 65°C

$$T(\text{K}) = 65 + 273 = 338 \text{ K}$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = -91 - (338 \times 0.042)$$

$$\Delta G = -91 - (14) = -105 \text{ kJ}$$



سؤال (15-1) للتفاعل $3O_2 \longrightarrow 2O_3$ عند $25^\circ C$ وضغط $1atm$

قيمة S° لـ $O_2 = 205 J/K.mol$ و S° لـ $O_3 = 239 J/K.mol$

احسب ΔH_f° لـ O_3

وقيمة ΔG_f° لـ $O_3 = 163/kJ/mol$

الحل/

اولا نستخرج ΔS_r°

$$\Delta S_r^\circ = \sum nS^\circ (\text{Products}) - \sum nS^\circ (\text{Reactants})$$

$$\Delta S_r^\circ = [2S^\circ(O_3)] - [3S^\circ(O_2)]$$

$$\Delta S_r^\circ = [(2 \times 239)] - [(3 \times 205)]$$

$$\Delta S_r^\circ = [(478)] - [615] = -137 J/K.mol$$

$$\Delta S_r^\circ (kJ/K.mol) = -137 J/K.mol \times \frac{1KJ}{1000J} = -0.137 kJ/K.mol$$

نستخرج قيمة ΔG_r° للتفاعل

$$\Delta G_r^\circ = \sum n\Delta G_f^\circ (P) - \sum n\Delta G_f^\circ (R)$$

$$\Delta G_r^\circ = [(2\Delta G_f^\circ O_3)] - [(3\Delta G_f^\circ O_2)]$$

$$\Delta G_r^\circ = [(2 \times 163)] - [(0)] = 326 kJ/mol$$

نجد درجة الحرارة بوحدات الكلفن

$$T(K) = t(C^\circ) + 273 = 25 + 273 = 298 K$$

نستخرج قيمة ΔH_r° للتفاعل

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta H_r^\circ = \Delta G_r^\circ + T\Delta S_r^\circ$$

$$\Delta H_r^\circ = 326 + (298 \times -0.137)$$

$$326 - 40.8 = 285.2 kJ/mol$$

الان نجد انثالبي التكوين القياسية للأوزون بالاعتماد على هذا القانون

$$\Delta H_r^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ (P) - \sum n\Delta H_f^\circ (R)$$

$$\Delta H_r^\circ = [(2\Delta H_f^\circ O_3)] - [(3\Delta H_f^\circ O_2)]$$

$$285.2 = [(2X)] - [(0)]$$

$$285.2 = 2X$$

$$X = \frac{285.2}{2}$$

$$= 142.6 kJ/mol$$

17-1 حساب انتروبي التغيرات الفيزيائية

درجة حرارة الانصهار (T_m): هي الدرجة التي تتحول بها المادة من حالتها الصلبة الى السائلة.

درجة حرارة الغليان (T_b): هي الدرجة التي تتحول بها المادة من حالتها السائلة الى الغازية.

ان معادلة الانصهار تكون بالشكل $\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T_m}$ حيث ΔS_{fus} تعني انصهار و ΔH_{fus} درجة الانصهار.

ومعادلة التبخر (الغليان) تكون بالشكل $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_m}$ حيث ΔS_{vap} تعني تبخر و ΔH_{vap} درجة الغليان.

علاقة تروتن: هي علاقة وجدها العالم تروتن حيث وجد ان لأغلب السوائل قيمة ثابتة للانتروبي ($\Delta S = 85 \text{ J/K.mol}$) **عند لوجود تشابه في حركة جزيئات السوائل وتركيبها وحركة ابغرتها** وبذلك تصبح معادلة الغليان بالشكل الاتي:

$$85 \text{ J/K.mol} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

مثال (13-1) احسب انتالبي التبخر ΔH_{vap} للهكسان عند الاتزان بوحدة kJ/mol اذا علمت ان

درجة غليانه 69°C ؟

جـ نحول درجة الحرارة من السيليزي الى الكلفن.

$$T (\text{K}) = T (^\circ\text{C}) + 273 = 69 + 273 = 342 \text{ K}$$

$$85 \text{ J/K.mol} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta H_{vap} = 85 \text{ J/K.mol} \times 342 \text{ K} = 29070 \text{ J/mol}$$

$$\Delta H_{vap} (\text{J/mol}) = 29070 \text{ J/mol} \times \frac{1 \text{ KJ}}{1000 \text{ J}} = 29.07 \text{ kJ/mol}$$

تدريب (15-1) احسب التغير في الانتروبي للتحويل الاتي



عند درجة غليان 100°C علما ان $\Delta H_{vap} = 44 \text{ kJ/mol}$

جـ نحول درجة الحرارة من السيليزي الى الكلفن.

$$T (\text{K}) = T (^\circ\text{C}) + 273 = 100 + 273 = 373 \text{ K}$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

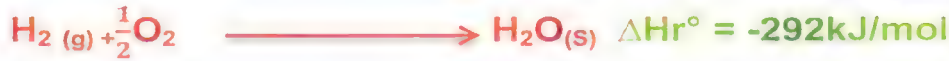
$$\Delta S_{vap} = \frac{44 \text{ kJ/mol}}{373 \text{ K}} = 0.118 \text{ kJ/K.mol}$$

$$\Delta S_{vap} = 0.118 \text{ kJ/K.mol} \times 1000 \text{ J/kJ} = 118 \text{ J/K.mol}$$

سؤال (1-26) ما قيمة ΔS لانصهار الجليد بوحدة $J/K.mol$ اذا علمت ان انثالبية التكوين القياسية للماء تساوي $-286kJ/mol$ و انثالبية التكوين القياسية للماء تساوي $-292 kJ/mol$ الحل / معادلة تكوين سائل الماء معادلة رقم 1



معادلة تكوين الجليد معادلة رقم 2



معادلة انصهار الجليد



وللحصول على معادلة انصهار الجليد تبقى المعادلة الاولى كما هي ونقلب المعادلة الثانية



$$T = t_{(C)}^\circ + 273 = 0 + 273 = 273 K$$

$$\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T_m}$$

$$\Delta S_{fus} = \frac{6 kJ/mol}{273 K} = 0.022 kJ/K.mol$$

$$\Delta S_{fus} J/K.mol = 0.022 kJ/K.mol \times 1000 J/kJ = 22 J/K.mol$$

مثال اضافي 26 اذا علمت ان انثالبية التبخر ΔH_{vap} لمركب عضوي عند الاتزان يساوي $34 kJ/mol$

احسب درجة غليانه بوحدة الكلفن عند الاتزان

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$T_b = \frac{\Delta H_{vap}}{\Delta S_{vap}}$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{85 J/K.mol}{1000 J/kJ} = 0.085 kJ/K.mol$$

$$T_b = \frac{34 kJ/mol}{0.085 kJ/K.mol} = \frac{34000 kJ/mol}{0.085 kJ/K.mol} = 400 K$$

مثال اضافي 27 اذا علمت ان انثالبية التبخر ΔH_{vap} لمركب عضوي عند الاتزان يساوي $51000 J/mol$

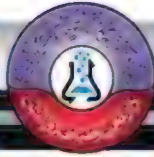
احسب درجة غليانه بوحدة السيليزي عند الاتزان

الحل / واجب ولن تعطى قيمة الناتج لانها فكرة السؤال

تابعونا على التليكرام

@iQRES





حل اسئلة الفصل الاول

1-1/ اختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

١. يتفاعل فلز الصوديوم مع الماء ويكون محلول هيدروكسيد الصوديوم مع انبعاث حرارة فان

١. $0 < \Delta G$ ب. $0 < \Delta S$ ج. $0 < \Delta H$ د. $0 < \Delta S$

الجواب **د/ فرع** لان تحول الصوديوم من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة تزداد العشوائية وبالتالي تكون قيمة ΔS **موجبة** وبالتالي **اكبر من الصفر**.

٢. يتسامي الجليد تلقائيا عندما تكون

١- $T\Delta S > \Delta H$ ٢- $T\Delta S < \Delta H$ ٣- $T\Delta S = \Delta H$

ج / ١ العملية تلقائية ΔG سالبة.

٢. العملية ماصة للحرارة ΔH موجبة.

٣. العملية تحول من النظام الى النظام اي ΔS موجبة

والحد $T\Delta S < \Delta H$ من الحد ΔH او يمكن القول الحد $\Delta H > T\Delta S$ من الحد

وعليه الجواب الصحيح فرع أ

٣. عند زيادة الضغط على غاز في اناء مغلق بدرجة حرارة ثابتة فان قيمة ΔS تصبح

ل. موجبة ب. سالبة ج. - صفر د. - صفر

الجواب **د/ فرع** لان بزيادة الضغط تقل المساحة السطحية للجزيئات وبالتالي تقل العشوائية وتصبح القيمة سالبة

٤. تفاعل ما غير تلقائي حيث قيمة $T\Delta S > \Delta H$ لجعله تلقائي نقترح

ل. تبريد التفاعل ب. - تسخين التفاعل ج. لا يمكن جعله تلقائي د. - تسخين التفاعل

الجواب **د/ فرع** / تسخين التفاعل لان بتسخين التفاعل ستصبح قيمة $T\Delta S > \Delta H$ وبالتالي يصبح تلقائي.

٥. اذا كان تفاعل ما باعثا للحرارة وتصاحبه زيادة في الانتروبي فانه يكون

ل. تلقائي ب. غير تلقائي ج. - متزن د. - متزن

الجواب **د/ فرع** / حسب العلاقة التالية

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad \Delta G = (-) - (+) = -$$

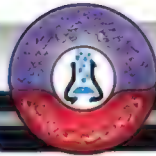
٦. للتفاعل الغازي الاتي



فان قيمة ΔS° للتفاعل :-

ل. صفر ب. - موجبة ج. سالبة د. - موجبة

الجواب **د/ فرع** / لان عدد المولات قل من ٤ الى ٢ وبالتالي قلت العشوائية واصبحت قيمة الانتروبي سالبة



سؤال 13 / ما المقصود بالتعبير الآتية

الكيمياء الحرارية: علم يهتم بدراسة الحرارة المتصدة والمنبعثة نتيجة التغيرات الفيزيائية والكيميائية بمعنى أبسط انها تهتم بحساب انثالي التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية
عملية باعثة للحرارة: هي العملية التي تصاحبها تحرر حرارة من النظام الى المحيط وقيمة التغير لها في الانثالي سالبة.
عملية ماصة للحرارة: هي العملية التي يصاحبها امتصاص حرارة للنظام من المحيط وقيمة التغير لها في الانثالي قيمة موجبة.

سؤال 18 / ماذا تعني داله الحالة ج / راجع الملزمة ص 12

سؤال 19 / لماذا من الضروري بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية.

الجواب / لان كمية الحرارة المتصدة او المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل.

سؤال 20 / ما الفرق بين الحرارة النوعية والسعة الحرارية. ما وحدات هاتين الكهيتين.

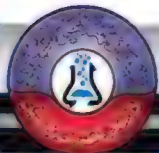
الحرارة النوعية	السعة الحرارية
هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها غرام واحد من اي مادة درجة سيليزية واحدة	هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام من اي مادة درجة سيليزية واحدة
وحداتها (J/g.C°) ويرمز لها (c)	وحداتها (J/C°) ويرمز لها (C)
هي من الخواص المركزة.	هي من الخواص الشاملة.

سؤال 21 / ما الفرق بين أذواص الشاملة والأذواص المركزة.

الخواص الشاملة	الخواص المركزة
هي تلك الخاصية التي تعتمد على كمية المادة في النظام	هي تلك الخاصية التي لا تعتمد على كمية المادة في النظام
من الامثلة عليها الانثالي والانتروبي وطاقه كس الحرارة	من الامثلة عليها الكثافة والحرارة.

قصة الجراح الباكستاني والمرأة العجوز من أروع القصص

خرج الطبيب الجراح الشهير الباكستاني الدكتور ايشان doctor ichane على عجل الى المطار للسفر من أجل المشاركة في مؤتمر علمي دولي الذي سيلقى فيه تكريما على إنجازاته المهمة في علم الطب ، وفجأة وبعد نصف ساعة طيران أعلن قائد الطائرة أن الطائرة أصابها عطل كبير بسبب صاعقة قوية وسوف تهبط الطائرة اضطراريا على أقرب مطار ، بعد الهبوط توجه الدكتور إلى مكتب إستعلامات المطار وصاح غاضبا : أنا طبيب عالمي كل دقيقة عندي تساوي أرواح ناس وانتم تريدون مني أن أبقى ١٦ ساعة أنتظر في طائرة أخرى؟ أحابه الموظف : يا دكتور إذا كنت في عجلة من أمرك يمكنك إستئجار سيارة فر حلتك لا تبعد عن المطار سوى ٣ ساعات بالسيارة وافق د / ايشان على مضض وأخذ السيارة وظل يسير وبعد مدة وفجأة تغير الجو وبدأ المطر يهطل بغزارة وأصبح من العسير أن يرى أي شيء أمامه وظل يسير وبعد ساعتين أيقن أنه ضل طريقه وأحس بالتعب ورأى أمامه على حافة الطريق كوخا أعزل توقف عنده وطرق الباب فسمع صوت امرأة كبيرة تقول له : تفضل بالدخول كائنا من كنت فالباب مفتوح ، دخل وطلب من العجوز المقعدة أن يستعمل تليفونها ضحك العجوز وقالت : أي تليفون يا ولدي ؟ ألا ترى أين أنت؟ هنا لا كهرباء ولا تليفونات ولكن تفضل واسترح وخذ لنفسك فنجان شاي ساخن وهناك بعض الطعام كل حتى تسترد قوتك ، شكر د / ايشان المرأة وأخذ يأكل بينما كانت العجوز تصلي وتدعي وانتبه فجأة إلى طفل صغير نائم بلا حراك على سرير قرب العجوز وهي تهزه بين كل صلاة وصلاة ، إستمرت العجوز طويلا في الصلاة والدعاء فتوجه إليها قائلا : والله قد أخجلني كرمك ونبل أخلاقك وعسى الله أن يستجيب لك دعواتك ، قالت العجوز : يا ولدي أما أنت ابن سبيل أوصى بك الله وأما دعواتي فقد أحابها الله سبحانه وتعالى كلها إلا واحدة فقال لها د / ايشان : وماهي تلك الدعوة ؟ قالت : هذا الطفل الذي تراه هو حفيدي يتيم الأبوبين ، أصابه مرض عضال عجز عنه كل الأطباء عندنا ، وقيل لي أن جراحا كبيرا قادر على علاجه يقال له الدكتور ايشان ولكنه يعيش بعيدا عن هنا ولا طاقة ولا مال لي بأخذ الطفل إلى هناك وأخشى أن يشقى المسكين فدعوت الله أن يسهل أمري بكى د / ايشان بغزارة وقال : والله إن دعائك قد عطل الطائرة وضرب الصواعق وأمطر السماء كي يسوقني إليك سوفا والله ما أيقنت أن الله عز وجل يسوق الأسباب هكذا لعباده المؤمنين بالدعاء ، الدكتور تكفل بعلاج الطفل على عاتقه إلى أن شفي تماما واشترى بيتا لائقا للعجوز و الطفل وصرف من حسابه معاشا شهريا لهما ، الطفل كبر وهو يدرس الآن ويعيش بسلام مع العجوز . الدكتور ايشان يروي هذه القصة في كل اللتقيات التي يحضرها ، أبطال القصة الثلاثة أحياء إلى يومنا هذا ويعيشون كلهم في باكستان . سبحان الله وبجمده سبحان الله العظيم .



Notes



WWW.iQ-RES.COM

الموقع التعليمي الاول على مستوى العراق



موقع طلاب العراق

99
(... شارك رابط موقعنا ...)
مع اصدقائك لتعم الفائدة
ولا تنسونا من صالح دعائكم

66

نتائج

كتب

ملازم

أخبار

أسئلة

التعليم العالي

وزارة التربية

تابعونا ..



@iQRES



/ iQRES



/ NTAAj.iQ

كل ما ينشر في موقعنا من محتوى هو مجاني ولخدمة الطالب العراقي

مُهَنْدَعِي السُّودَانِي



موقع طلاب العراق

الفصل الثاني الاتزان الكيميائي

WWW.IQ-RES.COM



صفحاتنا على الفيس بوك

f / IQRES

f / NTAAj.iQ

ملائمة دار المغرب

07702729223

الفصل الثاني الاتزان الكيميائي

2-1 التفاعلات غير الانعكاسية والتفاعلات الانعكاسية

التفاعل الكيميائي : هو عملية تتحول فيها مادة واحدة او اكثر الى مواد جديدة تختلف في صفاتها عن المادة التي تفاعلت في البداية.

تقسم التفاعلات الكيميائية حسب اتجاه التفاعل الى

1- **التفاعلات غير الانعكاسية** (التامة): وهي التفاعلات الكيميائية والتي يتم فيها استهلاك احد او جميع المواد المتفاعلة استهلاكاً تاماً ولا يمكن للمواد الناتجة القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها مثل احتراق بنزين السيارات. **أمثلة على تفاعلات غير انعكاسية:**



2- **التفاعلات الانعكاسية** (غير التامة): وهي التفاعلات التي يتم فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل ويكون للمواد الناتجة المقدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة أخرى (غير التامة). **أمثلة على تفاعلات انعكاسية:**



او تغيرات فيزيائية مثل تبخر الماء (في نظام مغلق).



2-2 التفاعلات الانعكاسية و حالة الاتزان

كما وضعنا ان اغلب التفاعلات الانعكاسية تستمر باتجاهين متعاكسين بظروف التفاعل نفسها مثلاً عند ظروف مناسبة يتفاعل غاز H_2 مع غاز N_2 لتكوين غاز الامونيا في بداية هذا التفاعل يكون **التفاعل الأمامي سريعاً** وهو تفاعل سريع يرمز R_f باتجاه تكوين الامونيا بمرور الوقت وزيادة تركيز الامونيا تتحلل الامونيا **الناتجة** لتكوين غاز الهيدروجين والنيتروجين بسرعة مقدارها R_b (سرعة التفاعل الخلفي) يستمر كل التفاعلين بالاتجاهين المتعاكسين حتى يصل التفاعل الى حالة معينة تتساوى عندها سرعتي التفاعل الأمامي والخلفي ($R_f - R_b$) فيصل التفاعل الى حالة تدعى بحالة الاتزان الكيميائي



حيث k_f تمثل ثابت سرعة التفاعل الأمامي و k_b تمثل ثابت سرعة التفاعل الخلفي

• تظهر التفاعلات التي تصل حالة اتزان انها توقف لكنها في الحقيقة لا تزال مستمرة في الاتجاهين وعليه يعرف الاتزان الكيميائي بالتعريف ادناه

الاتزان الكيميائي : هي حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان ستاتيكي (ساكن) اي ان التفاعل مستمر وبكلا الاتجاهين الأمامي والخلفي بالمقدرة والسرعة ذاتها.

2-3 التفاعلات الانعكاسية المتجانسة وغير المتجانسة

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة : - هي التفاعلات التي يكون فيها المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في طور واحد وهي تجري دائما في نظام مغلق. ومن الامثلة عليها.



التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة : - هي التفاعلات التي يكون فيها المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في طور مختلف وهي تجري دائما في نظام مغلق. ومن الامثلة عليها.



2-4 حالة الاتزان وقانون فعلة الكتلة

عند خلط مول واحد من غاز الهيدروجين مع مول واحد من غاز اليود في اناء التفاعل لتكوين غاز يوديد الهيدروجين عند 445°C فالمفروض ان يتكون 2 مول من غاز يوديد الهيدروجين.



لكن وجد عمليا ان الخليط في حالة الاتزان الديناميكي يحتوي 78% من غاز يوديد الهيدروجين و 11% من غازي اليود والهيدروجين وبالعكس ايضا اذا سخن غاز HI يعطي الخليط نفس النسب.

اي هناك علاقة بين سرعة التفاعل الكيميائي وتراكيز المواد تعرف بقانون فعل الكتلة

قانون فعل الكتلة : عند ثبوت درجة الحرارة فان سرعة التفاعل الكيميائي في

اي اتجاه كان تتناسب طرديا مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة والناتجة مرفوع الى

اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة

وعند تطبيق قانون فعل الكتلة وللتفاعل اعلاه



يمكن التعبير عن سرعة التفاعل الأمامي وسرعة التفاعل الخلفي رياضيا وحسب قانون فعل الكتلة كالآتي

$$R_f = K_f [\text{N}_2] [\text{H}_2]^3$$

$$R_b = K_b [\text{NH}_3]^2$$

5-2 ثابت الاتزان

اشتقاق معادلة ثابت الاتزان

لنفرض لدينا التفاعل الانعكاسي المتزن الاتي.



عند تطبيق قانون فعل الكتلة بالنسبة للتفاعل الأمامي نجد ان

$$R_f = K_f [A]^a [B]^b \longrightarrow (1)$$

اما عند تطبيق قانون فعل الكتلة بالنسبة للتفاعل الخلفي نجد ان

$$R_b = K_b [G]^g [H]^h \longrightarrow (2)$$

عند حصول الاتزان فان سرعة التفاعل الأمامي = سرعة التفاعل الخلفي وعليه

$$K_f [A]^a [B]^b = K_b [G]^g [H]^h \longrightarrow (3)$$

وبترتيب معادلة 3 يمكن الحصول على العلاقة التالية.

$$\frac{K_f}{K_b} = \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b} \longrightarrow (4)$$

ان قسمة ثابت قيمة k_f على قيمة ثابت k_b هو مقدار ثابت اخر يعرف بثابت الاتزان K_{eq} لذا تصبح معادلة 4 بهذا الشكل

$$K_{eq} = \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b} \longrightarrow (5)$$

س/ عرف ثابت الاتزان K_{eq}

ثابت الاتزان K_{eq} : هو النسبة بين ثابت تناسب سرعة التفاعل الأمامي وثابت تناسب سرعة التفاعل الخلفي.

$$K_{eq} = \frac{k_f}{k_b}$$

ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_p	ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية K_c
حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوما على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة كل منها مرفوع لاس عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة.	حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوما على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كل منها مرفوع لاس عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة.
$K_p = \frac{P_G^g \times P_H^h}{P_A^a \times P_B^b} \quad (7)$	$K_c = \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b} \quad (6)$

للتفاعل المتزن الاتي

مثال (2-1)

وجد ان ثابت سرعة التفاعل الأمامي K_f يساوي 0.11 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.05 احسب ثابت الاتزان K_{eq}

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

الحل/

تمرين (2-1) تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.24 وثابت سرعة التفاعل الخلفي له $K_b = 0.02$ احسب ثابت سرعة التفاعل الأمامي K_f

الحل/

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow K_f = K_{eq} \times K_b$$

$$K_f = 4.24 \times 0.02 = 0.0848$$

مثال اضافي 1 تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 6.2 وثابت سرعة التفاعل الأمامي له $K_f = 3.1$ احسب ثابت سرعة التفاعل الخلفي له K_b

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow K_b = \frac{K_f}{K_{eq}}$$

$$K_b = \frac{3.1}{6.2} = 0.5$$

ملاحظات مهمة جدا جدا .

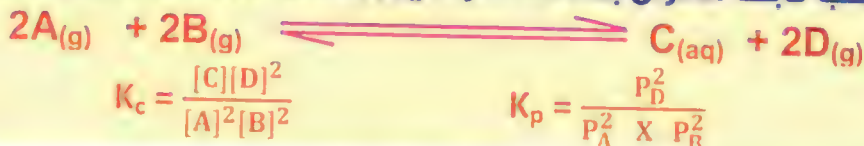
- في التفاعلات ثابت الاتزان K_c يهتم فقط بالمواد الغازية والمحاليل المائية ولا يهتم بالمواد الصلبة والسائلة اذا وجدنا تراكيز مواد صلبة او غازية نهمل وجودها لان تراكيزها ثابتة $1M$ ولكن ان كانت النواتج كلها صلبة او سائلة نضع في البسط 1 اما اذا كانت المتفاعلات كلها صلبة او سائلة فيصبح الثابت عبارة عن عملية ضرب فقط
- في التفاعلات ثابت الاتزان K_p يهتم فقط بالمواد الغازية ولا يهتم بالمواد الصلبة والسائلة والمحاليل المائية اذا وجدنا تراكيز مواد صلبة او غازية او محاليل مائية نهمل وجودها لان ضغوطها ثابتة $1atm$ ولكن ان كانت النواتج كلها صلبة او سائلة او محاليل مائية نضع في البسط 1 اما اذا كانت المتفاعلات كلها صلبة او سائلة او محاليل مائية فيصبح الثابت عبارة عن عملية ضرب فقط

مثال عام 1 اكتب ثابت الاتزان بدلالة التراكيز وبدلالة الضغوط الجزئية.



وضع 1 في البسط لان النواتج عبارة عن مواد صلبة ومحاليل مائية فقط

مثال عام 2 اكتب ثابت الاتزان بدلالة التراكيز وبدلالة الضغوط الجزئية.





تمرين (2-2) اكتب ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية والضغط الجزئية للتفاعلات التالية



K_p	K_c	رقم التفاعل
$K_p = \frac{P_{\text{CO}}^2 \times P_{\text{O}_2}}{P_{\text{CO}_2}^2}$	$K_c = \frac{[\text{O}_2][\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]^2}$	الاول
		الثاني (واجب)
$K_p = \frac{P_{\text{COCl}_2}}{P_{\text{CO}} \times P_{\text{Cl}_2}}$	$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}$	الثالث
		الرابع (واجب)
$K_p = \frac{P_{\text{SO}_2}^2}{P_{\text{O}_2}^3}$	$K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2}{[\text{O}_2]^3}$	الخامس
(لان جميع المحاليل مائية) 1	$K_c = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^{-}][\text{H}^{+}]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}$	السادس
		السابع (واجب)

2-6 حساب ثابت الاتزان

هناك 4 أنواع من المسائل لحساب ثابت الاتزان.

النوع الاول : - تكون جميع تراكيز المواد المتفاعلة والنااتجة معلومة حيث يتم تعويض هذه القيم في علاقة ثابت الاتزان للتفاعل المعين عند درجة حرارة ثابتة

كيف نعرف انه نوع اول

1. يعطي جميع التراكيز المولارية او جميع الضغوط الجزئية عند الاتزان ويطلب الثابت.

2. يعطي قيمة الثابت وجميع التراكيز او الضغوط النهائية مع بقاء واحد مجهول يكون مطلب

سؤال 2 . 12 التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد



عند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغوط الجزئية = 1.6 atm لغاز NO_2 و 0.4 atm لغاز N_2O_4 عند حرارة 100°C

1. احسب قيمة K_p 2- ماذا يحدث للضغوط الجزئية للغازات في خليط الاتزان بعد اضافة العامل المساعد.

الحل

$$K_p = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}$$

$$K_p = \frac{(1.6)^2}{0.4} = 6.4$$

2) عند اضافة العامل المساعد فان الضغوط الجزئية لا تتأثر لان العامل المساعد يقلل من زمن وصول التفاعل الى حالة الاتزان ولا يؤثر لا على حالة الاتزان ولا على ثابت الاتزان (هذا الموضوع ياتي لاحقا في لي شاتليه)

مثال اضافي 2 للتفاعل التالي



اذا علمت ان ثابت الاتزان = 8 وان تراكيز كل من الاستيلين 0.4 M والميثان 0.02 M عند الاتزان جد تركيز غاز الهيدروجين عند الاتزان

$$K_c = \frac{[\text{C}_2\text{H}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{CH}_4]^2}$$

الحل

$$[\text{H}_2]^3 = \frac{[K_c][\text{CH}_4]^2}{[\text{C}_2\text{H}_2]}$$

$$[\text{H}_2]^3 = \frac{[8][0.02]^2}{[0.4]} = \frac{[8][0.0004]}{[0.4]}$$

$$[\text{H}_2]^3 = \frac{8 \times 4 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-1}} = 8 \times 10^{-3}$$

نأخذ الجذر التكعيبي

$$[\text{H}_2] = 2 \times 10^{-1} = 0.2 \text{ M}$$

النوع الثاني : تكون قيمة ثابت الاتزان معلومة وتعطى تراكيز او ضغوط جزيئية ابتدائية للمواد المتفاعلة ومطلوب تراكيز المواد المتفاعلة والنااتجة عند حصول الاتزان

كيف نعرف انه نوع ثاني

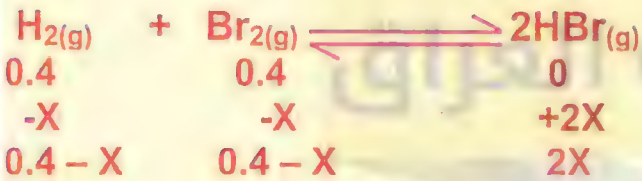
- 1- يعطي جميع التراكيز المولارية او الضغوط الجزيئية ويقيم متساوية او عدد مولات مرتبطة بحجم.
- 2- يعطي قيمة الثابت ويطلب النهائية .

تمرين (2 - 3) للتفاعل الاتي

$H_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2HBr(g)$
 وضع 0.4 مول من H_2 و 0.4 مول من Br_2 في وعاء حجمه لتر واحد وبحرارة 425 وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ثابت الاتزان K_c لهذا التفاعل = 0.25 احسب التراكيز التي تمثل مزيج الاتزان.

الحل /

$$M = \frac{n}{V(L)} = \frac{0.4 \text{ mol}}{1L} = 0.4 M$$



$$K_c = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$$

$$0.25 = \frac{[2X]^2}{[0.4 - X][0.4 - X]}$$

$$0.25 = \frac{[2X]^2}{[0.4 - X]^2} \quad \text{نجد الطرفين}$$

$$0.5 = \frac{[2X]}{[0.4 - X]}$$

$$\longrightarrow 2X = 0.2 - 0.5X$$

$$2.5 X = 0.2$$

$$\longrightarrow X = \frac{0.2}{2.5} = 0.08 M$$

لذا التراكيز عند الاتزان

$$[H_2] = [Br_2] = 0.40 - 0.08 = 0.32M$$

$$, [HBr_2] = 2 \times 0.08 = 0.16M$$

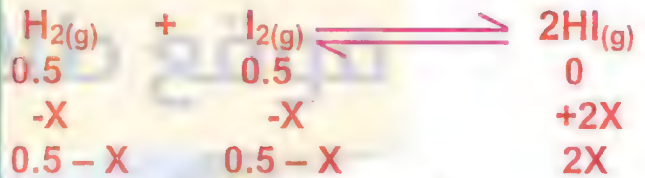
مثال (2 - 3) للتفاعل الاتي

$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
 خلط 0.5 مول من H_2 و 0.5 مول من I_2 في وعاء حجمه لتر واحد وبحرارة 430 وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ثابت الاتزان K_c لهذا التفاعل = 5.29 احسب التراكيز التي تمثل مزيج الاتزان.

$$\sqrt{5.29} = 2.3$$

الحل /

$$M = \frac{n}{V(L)} = \frac{0.5 \text{ mol}}{1L} = 0.5 M$$



$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$$

$$5.29 = \frac{[2X]^2}{[0.5 - X][0.5 - X]}$$

$$5.29 = \frac{[2X]^2}{[0.5 - X]^2} \quad \text{نجد الطرفين}$$

$$2.3 = \frac{[2X]}{[0.5 - X]}$$

$$\longrightarrow 2X = 1.15 - 2.3X$$

$$4.3 X = 1.15$$

$$\longrightarrow X = \frac{1.15}{4.3} = 0.267 M$$

لذا التراكيز عند الاتزان

$$[H_2] = [I_2] = 0.500 - 0.267 = 0.233M$$

$$, [HI] = 2 \times 0.267 = 0.534M$$

امثلة اضافية عن النوع الثاني

مثال اضافي 4 للتفاعل التالي الغازي



وضع 3 مول من A و 3 مول من B في وعاء حجمه 1.5 لتر وبحرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ثابت الاتزان Kc لهذا التفاعل = 25 احسب التراكيز التي تمثل مزيج الاتزان.

الحل / واجب

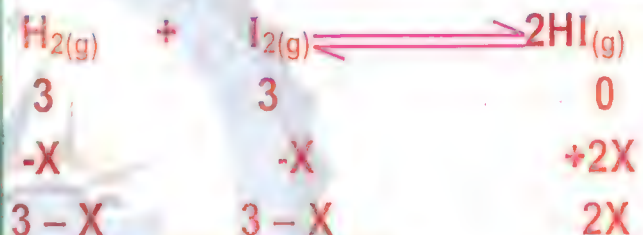
وللتأكد من صحة الحل ستكون الاجوبة
الاجوبة [C] = 2.86 [A] = [B] = 0.57

مثال اضافي 3 للتفاعل التالي المتزن



في وعاء حجمه 1 لتر خلط 3atm من غاز H_2 ومثلها من غاز I_2 وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان قيمة ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزيئية = 10^4 جد الضغوط الجزيئية عند الاتزان.

الحل /



$$K_P = \frac{P_{HI}^2}{P_{H_2} \times P_{I_2}}$$

$$10^4 = \frac{(2X)^2}{(3-X)(3-X)}$$

$$10^4 = \frac{(2X)^2}{(3-X)^2}$$

نجد الطرفين

$$100 = \frac{2X}{3-X}$$

$$\longrightarrow 2X = 300 - 100X$$

$$102X = 300$$

$$\longrightarrow X = \frac{300}{102} = 2.94 \text{ atm}$$

لذا الضغوط عند الاتزان

$$P_{H_2} = P_{I_2} = 3 - 2.94 = 0.06 \text{ atm}$$

$$P_{HI} = 2 \times 2.94 = 5.88 \text{ atm}$$

زوروا موقعنا للمزيد

WWW.IQ-RES.COM



اسئلة الفصل الخاصة عن النوع الثاني ومثال اضافي

سؤال 2-18 وضع 4g من غاز HF في وعاء مغلق حجمه 2L عند درجة حرارة 27°C وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي

مثال اضافي 5 وضع 1g من غاز H_2 (2g/mol) و 19g من غاز F_2 (38g/mol) في وعاء مغلق حجمه 1L عند درجة حرارة معينة وحسب التفاعل التالي



الحل / واجهها

وللتأكد من صحة العمل ستكون الاجوبة

الاجوبة $[H_2] = [F_2] = 0.25$ $[HF] = 0.5$

الحل / نستخرج الضغط الابتدائي لغاز HF من قانون الغاز المثالي حيث

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4g}{20g/mol} = 0.2mol$$

$$T = t(c) + 273 = 27 + 273 = 300K$$

$$V = 2L$$

$$R = 0.082 L.atm/mol.K$$

$$PV = nRT$$

$$\Rightarrow P = \frac{nRT}{V}$$

$$P = \frac{0.2mol \times 0.082L.atm/mol.K \times 300K}{2L}$$

$$P = 2.46 atm \text{ HF الضغط الابتدائي لغاز}$$



$$K_p = \frac{P_{H_2} \times P_{F_2}}{P_{HF}^2}$$

$$1.21 = \frac{X^2}{(2.46 - 2X)^2} \text{ نجد الطرفين}$$

$$1.1 = \frac{X}{(2.46 - 2X)}$$

$$X = 2.7 - 2.2X$$

$$3.2X = 2.7$$

$$X = \frac{2.7}{3.2} = 0.84 atm$$

$$P_{HF} = 2.46 - (2 \times 0.84)$$

$$= 2.46 - 1.68 = 0.78 atm \text{ الضغط النهائي}$$

كيف عرفنا انه نوع ثاني

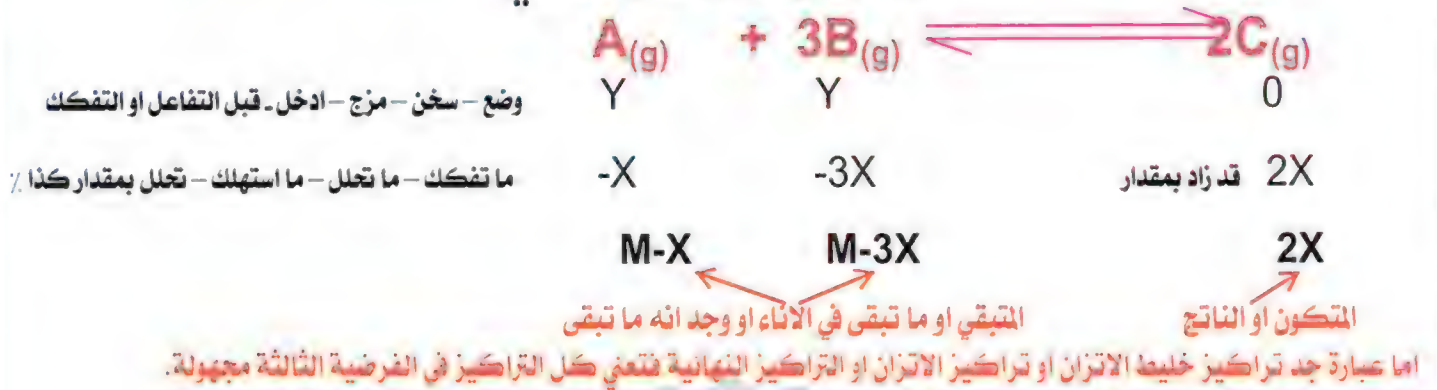
1- اعطى الثابت

2- اعطى ضغط ابتدائي بصورة غير مباشرة و عرفنا ذلك من كلمة وضع

3- طلب احد الضغوط النهائية عند الاتزان

مخطط مهم جدا قبل الدخول الى النوع الثالث والرابع

لنفرض التفاعل التالي



ملاحظات في غاية الاهمية

1. اذا كان السؤال للضغوط نفس المخطط تماما فقط نضع قيم الضغوط بدل قيم التراكيز.
2. المخطط كما موضح من 3 صفوف الاول يدعي الفرضية الاولى والثاني الفرضية الثانية والثالث الفرضية الثالثة.
3. اذا ذكر احسب (تراكيز) (عدد مولات) - ضغوط جزئية خليط مزيج الاتزان هذا يعني حساب التراكيز النهائية والضغوط النهائية عند الاتزان (الفرضية الثالثة).
4. اذا ذكر (خلط - وضع - ادخل - سخن - مزج - تراكيز ابتدائية - قبل التفكك) - يعني ان قيم المواد المعطاة في السؤال او احيانا المطلوبة هي قيم التراكيز الابتدائية (الفرضية الاولى).
5. اذا ذكر كلمة استهلك بمقدار - تفكك - تحلل - ناتج نسبة مئوية للتحلل (معناه التغير في التراكيز او الضغوط. الفرضية الثانية).
6. عند ذكر المتبقي من المتفاعلات او ما تبقى في الاناء او وجد انه ما تبقى في الاناء يعني التراكيز النهائية للمتفاعلات وفي حالة ذكر كلمة المتكون او نتج او ما تكون يعني التراكيز النهائية للناتج (الثالثة).
7. عدد المولات الكلية يمثل مجموع عدد المولات عند الاتزان للمواد الناتجة او المتفاعلة.
8. الضغط الكلي يمثل مجموع الضغوط الجزئية النهائية عند للاتزان للمواد المتفاعلة والناتجة.

$$n_T = n_1 + n_2 + n_3 + \dots$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

ابحث عن اشارات في كل نوع من انواع الثالث وهذه الاشارات هي من سيحل اي سؤال وهي تدل على الاكثر انه نوع ثالث الاشارات هي [1] ما تفكك او تحلل او استهلك [2] المتبقي او ما تبقى [3] المتكون او الناتج [4] الضغط الكلي او عدد المولات الكلية [5] ثابت الاتزان K_C او K_P [6] النسبة المئوية للمستهلك (اشارة خاصة بالنوع الرابع) في اسئلة توجد اكثر من اشارة من الاشارات اعلاه حاول ان تعرف ممن تستفيد اولا وكل اشارة لها دور في حل السؤال. تذكر - هذه الملاحظة (سيده الملاحظات) لا يتم انزل قانون ثابت الاتزان الا بعد التأكد من ان كل التراكيز النهائية معلومة هذا اذا كان الثابت مجهول اما اذا كان معلوم فلا يتم انزل القانون الا اذا كان تركيز نهائي واحد مجهول.

الامثلة والتمارين ومسائل الفصل الخاصة بالنوع الثالث

مثال (2-2) في إحدى التجارب العلمية ادخل 0.625 mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5 L فتفكك الغاز حسب التفاعل ادناه وعند الوصول للتفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي $= 0.025 \text{ M}$ احسب قيمة K_c لهذا التفاعل



الحل / نحسب اولاً التركيز الابتدائي للمتفاعل.

$$M = \frac{n}{V(L)} = \frac{0.625 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0.125 \text{ M}$$



السؤال وهي كانت إشارة هذا السؤال

من معطيات السؤال التركيز النهائي لـ $[\text{N}_2\text{O}_4]$ عند الاتزان 0.025 وعلى

$$0.125 - X = 0.025 \quad \Rightarrow \quad X = 0.125 - 0.025 = 0.1 \text{ M}$$

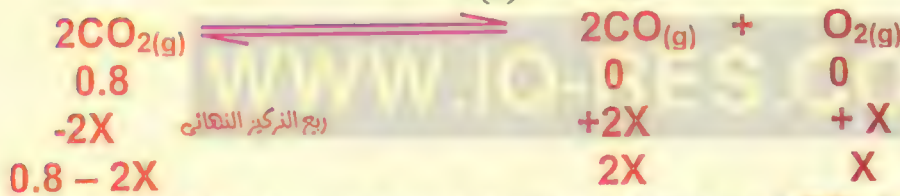
$$[\text{NO}_2] = 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \quad \Rightarrow \quad K_c = \frac{[0.2]^2}{[0.025]} = \frac{[0.04]}{[0.025]} = \frac{40}{25} = 1.6$$

تمرين (2-5) للتفاعل الآتي $2\text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$ وضع في وعاء حجمه لتر واحد 0.8 مول من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ربع كمية الغاز قد استهلكت احسب K_c .

الحل / نحسب اولاً التراكيز الابتدائية للمتفاعلات.

$$M = \frac{n}{V(L)} = \frac{0.8 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0.8 \text{ M}$$



ربع التركيز النهائي

إشارة السؤال ربع كمية استهلكت وهي إشارة بتفاعلات الفرضية الثانية

من معطيات السؤال ان ربع كمية غاز CO_2 قد استهلكت وعليه هذا يعني يمكن ايجاد قيمة X كالآتي

$$2X = \frac{1}{4} (0.8) \quad \Rightarrow \quad 2X = 0.2 \quad \Rightarrow \quad X = 0.1 \text{ M}$$

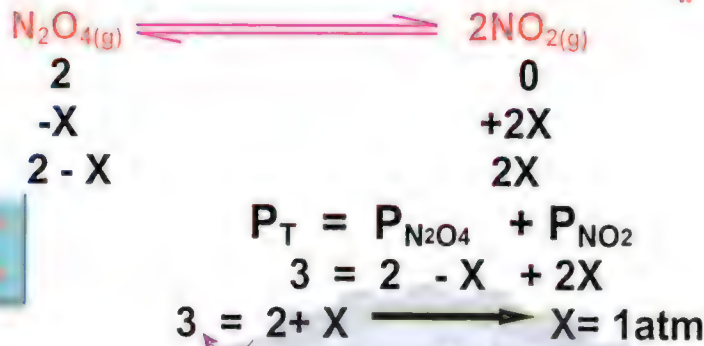
وعليه التراكيز عند الاتزان كالآتي

$$[\text{CO}_2] = 0.8 - 2 \times 0.1 = 0.6 \text{ M} \quad [\text{CO}] = 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ M} \quad [\text{O}_2] = 1 \times 0.1 = 0.1 \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2 [\text{O}_2]}{[\text{CO}_2]^2}$$

$$K_c = \frac{[0.2]^2 [0.1]}{[0.6]^2} \quad K_c = \frac{[0.2][0.2][0.1]}{[0.6][0.6]} \quad K_c = \frac{[0.1][0.1][0.1]}{[0.3][0.3]} \quad K_c = \frac{[0.001]}{[0.09]} \quad K_c = \frac{[1]}{[90]} = 0.011$$

سؤال (2-3) يتفكك غاز N_2O_4 الى غاز NO_2 في اناء مغلق حجمه لتر واحد وكان ضغط الغاز قبل التفكك $2atm$ وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان الضغط الكلي $3atm$ احسب K_p للتفاعل
الحل / معادلة التفكك هي



وعليه الضغوط عند حالة الاتزان

$$P_{N_2O_4} = 2 - X = 2 - 1 = 1atm \longrightarrow P_{NO_2} = 2 \times 1 = 2atm$$

$$K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} \longrightarrow K_p = \frac{2^2}{1^2} = 4$$

سؤال (2-24) للتفاعل الاتي $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ وضعت مولات مختلفة من H_2 و N_2 في اناء سعته لتر واحد وعند وصول الى حالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي 0.3 وما تبقى من $N_2 = 0.2$ ما عدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل علما ان ثابت الاتزان $K_c = 200$
الحل / بما ان الحجم $1L$ لذا فالتركيز المولاري = عدد المولات.



من معطيات السؤال نلاحظ ان مقدار ما استهلك من $H_2 = 0.3$ وعليه

$$3X = 0.3 \longrightarrow X = 0.1$$

ما تبقى من $N_2 = 0.2$ وعليه

$$b - X = 0.2 \longrightarrow b - 0.1 = 0.2 \longrightarrow b = 0.3 \text{ mol}$$

وعليه عدد مولات N_2 في بداية التفاعل 0.3 mol

نستخرج قيمة a من قيمة ثابت الاتزان حيث التراكيز النهائية هي كالاتي

$$[H_2] = a - 0.3 \longrightarrow [N_2] = 0.2M \longrightarrow [NH_3] = 2x = 2 \times 0.1 = 0.2M$$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \longrightarrow 200 = \frac{[0.2]^2}{[a-0.3]^3[0.2]} \longrightarrow 200 = \frac{[0.2]}{[a-0.3]^3}$$

$$[a - 0.3]^3 = \frac{0.2}{200} \longrightarrow [a - 0.3]^3 = 0.001 \text{ وبالجذر التكعيبي}$$

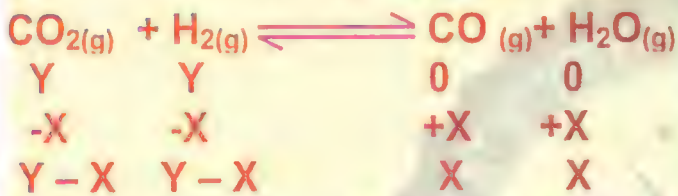
$$a - 0.3 = 0.1 \longrightarrow a = 0.4 \text{ mol عدد مولات } H_2 \text{ بداية التفاعل}$$

سؤال 2-17 في التفاعل المتزن

$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
وفي أثناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_2 وبحرارة 2000K وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان = 3mole ما تراكيز خليط الاتزان علما ان ثابت الاتزان K_c يساوي 4؟

الحل

لان الحجم 1 لتر $M = n$



بما ان اعطى nT فيمكن القول

$$n_T = n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2} + n_{\text{CO}} + n_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$3 = (Y - X) + (Y - X) + X + X$$

$$3 = 2Y$$

$$Y = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ mol} = 1.5M$$

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}$$

$$4 = \frac{X^2}{(1.5 - X)^2} \quad \text{نسجدر الطرفين}$$

$$2 = \frac{X}{(1.5 - X)}$$

$$X = 3 - 2X$$

$$3X = 3$$

$$X = 1M$$

وعليه التراكيز عند الاتزان

$$[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = Y - X = 1.5 - 1 = 0.5M$$

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = X = 1M$$

ملاحظه تخص السؤال اعلاه

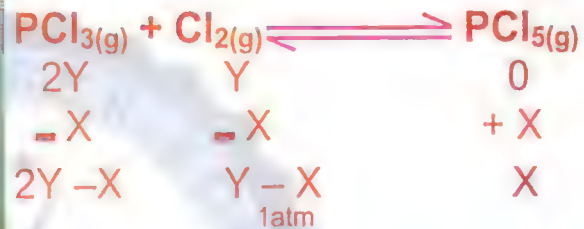
1. تذكر لا يمكن انزال قانون الثابت اذا كان هناك مجهولين.

2. حينما يعطي مولات كلية على الاغلب يكون الحجم لتر واحد.

سؤال 2-16 في التفاعل المتزن الغازي

$\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$
وجد ان ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 الجزئي وعند وصول التفاعل الى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي 1atm فاذا علمت ان $K_P = \frac{1}{2}$ فما ضغط غازي PCl_3 و Cl_2 بداية التفاعل؟

الحل



من معطيات السؤال ضغط $\text{Cl}_2 = 1\text{atm}$ وعليه

$$Y - X = 1 \implies X = Y - 1$$

وعليه ضغط PCl_3 عند الاتزان =

$$P_{\text{PCl}_3} = 2Y - X$$

$$P_{\text{PCl}_3} = 2Y - (Y - 1)$$

$$P_{\text{PCl}_3} = 2Y - Y + 1$$

$$P_{\text{PCl}_3} = Y + 1$$

وايضا ضغط PCl_5 عند الاتزان $Y - 1 = X$

$$K_P = \frac{P_{\text{PCl}_5}}{P_{\text{PCl}_3} \times P_{\text{Cl}_2}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{Y - 1}{(Y + 1) \times 1}$$

$$2Y - 2 = Y + 1$$

$$2Y - 1 = 1 + 2$$

$$Y = 3$$

Y = 3 atm = ضغط Cl_2 عند الاتزان

وعليه ضغط PCl_3 في بداية التفاعل

$$= 2 \times 3 = 6 \text{ atm}$$

لماذا استخدمنا X بدلالة Y وليس العكس؟

نصيحة/ حينما يكون هناك مجهولين في الفرضية وتريد استخراج احدهما بدلالة الاخر تذكر يفضل الاستخراج بدلالة من يكون بمفرده بالمعادلة الفرضية

سؤال 11-2 عند تسخين غاز NOCl إلى حرارة 240°C في اناء مغلق حجمه لتر واحد حسب

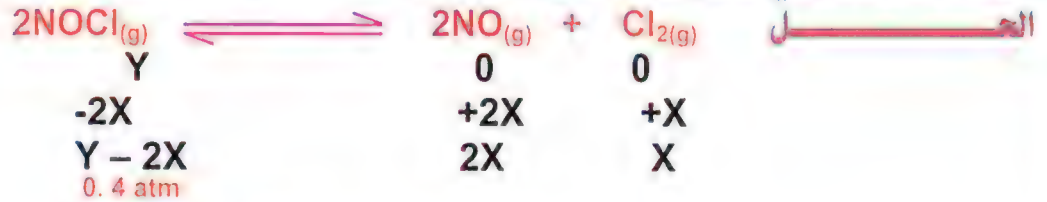


وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لميزج الاتزان 1atm والضغط

الجزئي لغاز NOCl يساوي 0.4atm احسب

1. الضغوط الجزئية لغاز NOCl قبل التحلل .

2- ثابت الاتزان Kp عند نفس درجة الحرارة؟



$$P_T = P_{\text{NOCl}} + P_{\text{NO}} + P_{\text{Cl}_2}$$

$$1 = 0.4 + 2X + X$$

$$1 - 0.4 = 3X$$

$$3X = 0.6 \Rightarrow X = 0.2 \text{ atm}$$

$$Y - 2X = 0.4$$

$$Y - 2(0.2) = 0.4$$

$$Y = 0.4 + 0.4 = 0.8 \text{ atm}$$

وعليه ضغط NOCl الابتدائي

(ب) الضغوط الجزئية عند الاتزان

معطى بالسؤال $P_{\text{NOCl}} = 0.4 \text{ atm}$ $P_{\text{NO}} = 2X = 2 \times 0.2 = 0.4 \text{ atm}$ $P_{\text{Cl}_2} = X = 0.2 \text{ atm}$

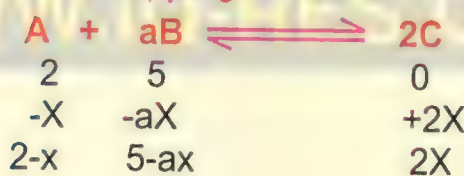
$$K_p = \frac{P_{\text{NO}}^2 \times P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{NOCl}}^2} \Rightarrow K_p = \frac{(0.4)^2 \times 0.2}{(0.4)^2} = 0.2$$

سؤال 14-2 التفاعل الافتراضي $A + aB \rightleftharpoons 2C$ وضع 2mole من A و 5mole من B

في اناء حجمه لتر واحد وبحرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ما

استهلك من A مول واحد وما تبقى من B 2mole احسب Kc للتفاعل ؟

الحل / $M=n$ لان الحجم 1 لتر



بما ان المستهلك من A 1mol وعليه

$$X = 1M$$

بما ان المتبقي من B 2mol وعليه

$$5 - ax = 2 \Rightarrow 5 - a(1) = 2 \Rightarrow 5 - a = 2 \Rightarrow a = 3$$

$$[A] = 2 - X = 2 - 1 = 1M$$

$$[B] = 2M \text{ (معطى)}$$

$$[C] = 2X = 2M$$

$$K_c = \frac{[C]^2}{[A][B]^3} \Rightarrow K_c = \frac{[2]^2}{[1][2]^3} = \frac{4}{8} = 0.5$$

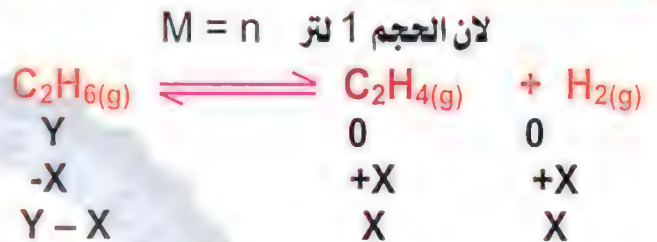
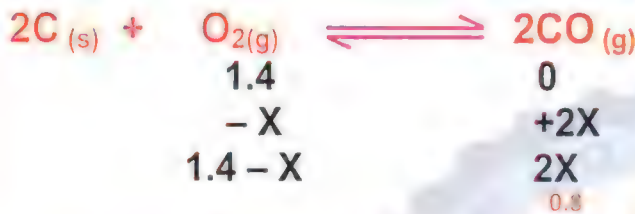
وعليه التراكيز النهائية كالآتي

سؤال (2 - 21) للتفاعل الاتي الماص

سؤال (2 - 20) للتفاعل الاتي الماص

سختت كمية كافية مع الكربون بوجود الاوكسجين تحت ضغط 1.4 atm في وعاء حجمه 1 لتر وعند حرارة معينة وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان ضغط CO عند الاتزان $= 0.8 \text{ atm}$ جد K_p للتفاعل؟

وضع في وعاء حجمه لتر واحد مولات من غاز C_2H_6 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان ربع كمية الغاز قد استهلك وان K_c للتفاعل $= \frac{1}{2}$ جد تراكيز خليط الاتزان



من معطيات السؤال ضغط CO عند الاتزان $= 0.8$ وعليه
 $2X = 0.8 \implies X = 0.4 \text{ atm}$

بما ان ربع كمية الغاز قد استهلك يمكن القول

$$X = 0.25 Y$$

$$[O_2] = 1.4 - X = 1.4 - 0.4 = 1 \text{ atm}$$

$$[CO] = 0.8 \text{ atm} \text{ معطى}$$

$$K_p = \frac{P_{CO}^2}{P_{O_2}}$$

$$K_p = \frac{[0.8]^2}{[1]}$$

$$K_p = 0.64$$

وعليه التراكيز النهائية كالاتي

$$[C_2H_6] = Y - 0.25 Y = 0.75 Y$$

$$[C_2H_4] = [H_2] = X = 0.25 Y$$

$$K_c = \frac{[C_2H_4][H_2]}{[C_2H_6]}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{[0.25 Y][0.25 Y]}{[0.75 Y]}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{[0.25 Y]}{[3]}$$

$$0.5 Y = 3$$

$$Y = 6$$

وعليه التراكيز النهائية كالاتي

$$[C_2H_6] = 0.75 Y = 0.75(6) = 4.5 M$$

$$[C_2H_4] = [H_2] = 0.25 Y = 0.25(6) = 1.5 M$$



النوع الرابع: - يعطي قيمة التراكيز الابتدائية ويعطي قيمة للمتحلل او المتفكك بالنسبة المئوية (التغير في التركيز) ويطلب ثابت الاتزان؟ حيث نستخدم هذا القانون

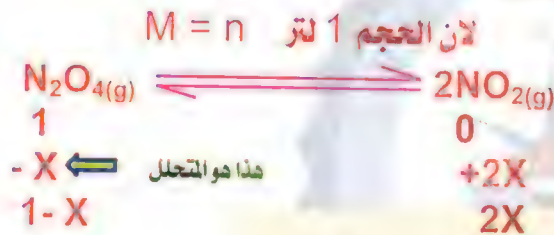
$$\text{النسبة المئوية للمتفكك من } Y = \frac{\text{المتحلل من } Y}{\text{التركيز الابتدائي } Y} \times 100\%$$

$$\text{المتحلل من } Y = \frac{\text{النسبة المئوية للمتفكك من } Y \times \text{التركيز الابتدائي } Y}{100\%}$$

سؤال 2- 19 اذا كانت درجة تفكك مول

واحد من N_2O_4 الى NO_2 هي 20% عند درجة حرارة 27 وضغط 1atm وفي اناء حجمه 1L احسب قيمة K_c للتفاعل.

الحل:



$$\%100 \times \frac{\text{المتحلل من } N_2O_4}{\text{التركيز الابتدائي}} = \text{النسبة المئوية للمتحلل من } N_2O_4$$

$$\%100 \times \frac{\text{المتحلل من } N_2O_4}{1M} = \%20$$

$$X = \frac{20M \times 1\%}{100\%} = 0.2M$$

وعليه التراكيز النهائية

$$[N_2O_4] = 1 - X = 1.0 - 0.2 = 0.8M$$

$$[A] = 2X = 2 \times 0.2 = 0.4M$$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$$

$$K_c = \frac{[0.4]^2}{[0.8]}$$

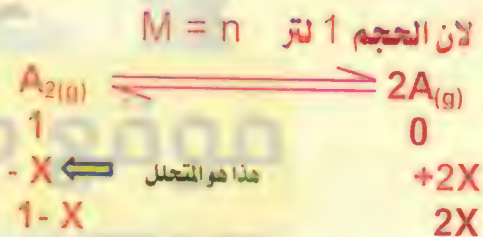
$$K_c = \frac{[0.16]}{[0.8]}$$

$$K_c = 0.2$$

سؤال اضافي للتفاعل المتزن

وجد انه عند وضع مول من A_2 في اناء تفاعل حجمه لتر عند ظروف قياسية يصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد انه يتحلل 1% من A_2 ما قيمة K_c للتفاعل وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع 0.01M من A_2 عند نفس الظروف؟

الحل:



$$\%100 \times \frac{\text{المتحلل من } A_2}{\text{التركيز الابتدائي}} = \text{النسبة المئوية للمتحلل من } A_2$$

$$\%100 \times \frac{\text{المتحلل من } A_2}{1M} = \%1$$

$$X = \frac{1M \times 1\%}{100\%} = 0.01M$$

وعليه التراكيز النهائية

$$[A_2] = 1 - X = 1.00 - 0.01 = 0.99M$$

$$[A] = 2X = 2 \times 0.01 = 0.02M$$

$$K_c = \frac{[A]^2}{[A_2]} \implies K_c = \frac{[0.02]^2}{[0.99]} = 4 \times 10^{-4}$$

من يريد ان يعرف كيفية كتابة التفاعل او تفاعل كيميائي جديد فليكن عليه ان يكتب التفاعل في المساحة المخصصة له في ورقة العمل

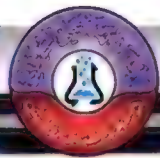
لايجاد تركيز A نستخدم قيمة K_c

$$K_c = \frac{[A]^2}{[A_2]}$$

$$4 \times 10^{-4} = \frac{[A]^2}{[0.01]}$$

$$[A]^2 = 4 \times 10^{-4} \times 10^{-2} = 4 \times 10^{-6}$$

$$[A] = 2 \times 10^{-3}M$$



اثرائيات وواجبات الخاصة عن النوع الثالث والرابع

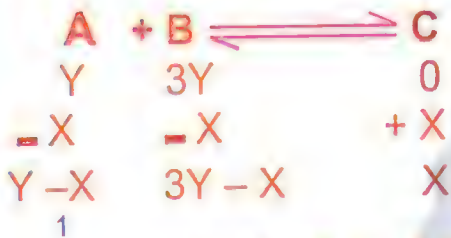
مثال اضافي 7 في التفاعل المتزن الغازي



وفي اناء حجمه 1 لتر وضع كمية معينة من A وثلاث امثالها من B وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان المتبقي من A و B جدد عدد مولات A و B $K_c = \frac{1}{4}$ وان $A = 1 \text{ mol}$ بداية التفاعل

الحل /

لان الحجم 1 لتر $M = n$



من معطيات السؤال المتبقي من A = 1 وعليه

$$Y - X = 1 \Rightarrow X = Y - 1$$

وعليه

$$[B] = 3Y - X = 3Y - (Y - 1)$$

$$[B] = 3Y - Y + 1 = 2Y + 1$$

$$[C] = X = Y - 1$$

$$[A] = 1 \text{ معطى}$$

$$K_c = \frac{[C]}{[A][B]}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{[Y-1]}{[1][2Y+1]}$$

$$4Y - 4 = 2Y + 1$$

$$4Y - 2Y = 1 + 4$$

$$2Y = 5$$

$$Y = \frac{5}{2} = 2.5$$

وعليه عدد مولات الابتدائية لكل من A و B الابتدائية

$$[A] = Y = 2.5 \text{ mol}$$

$$[B] = 3Y = 3 \times 2.5 \text{ mol} = 7.5 \text{ mol}$$

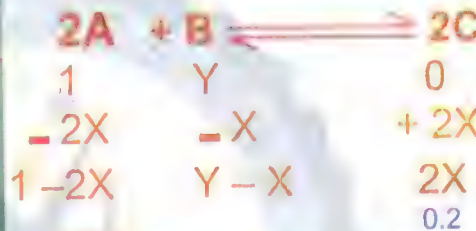
مثال اضافي 6 في التفاعل المتزن الغازي



وفي اناء حجمه 1 لتر وضع مول واحد A وكمية معينة من B وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان المتكون من C 0.2 مول وتراكيز A و B متساوية جد 1. تركيز B الابتدائي 2. K_c

الحل / (1)

لان الحجم 1 لتر $M = n$



من معطيات السؤال المتكون من C = 0.2 وعليه

$$2X = 0.2$$

$$X = \frac{0.2}{2} = 0.1$$

وعليه تركيز A عند الاتزان =

$$[A] = 1 - 2X = 1 - 2(0.1) = 1 - 0.2 = 0.8 \text{ M}$$

وعليه تركيز B عند الاتزان =

$$[B] = Y - X = Y - 0.1$$

بما ان تراكيز A و B متساوية اي

$$0.8 = Y - 0.1$$

$$Y = 0.8 + 0.1 = 0.9 \text{ تركيز B الابتدائي}$$

2. لايجاد قيمة K_c يجب معرفة التراكيز عند الاتزان وهي

$$[A] = 0.8 \text{ M}$$

$$[B] = Y - X = 0.9 - 0.1 = 0.8 \text{ M}$$

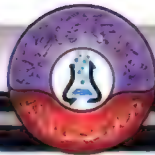
$$[C] = 0.2 \text{ M معطى}$$

$$K_c = \frac{[C]^2}{[A]^2[B]}$$

$$K_c = \frac{[0.2]^2}{[0.8]^2[0.8]}$$

$$K_c = \frac{0.2 \times 0.2}{0.8 \times 0.8 \times 0.8} = \frac{2 \times 2}{8 \times 8 \times 0.8} = \frac{4}{51.2} = \frac{1}{12.8} = 0.078$$





مثال اضافي 9 في التفاعل المتزن الغازي



وفي اناء حجمه **1 لتر** وضعت كمية من **HBr** وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان عدد مولات كل من **H₂ = 0.4 mol** والمتبقي من **HBr = 0.2 mol** ما عدد مولات **HBr** بداية التفاعل ثم

جد قيمة **K_c** الجواب /

لان الحجم 1 لتر **M = n**



من معطيات السؤال التوازن من **H₂ = 0.4** وعليه

$$X = 0.4 \text{ mol}$$

$$Y - 2X = 0.2$$

$$Y - 2(0.4) = 0.2$$

$$Y - 0.8 = 0.2$$

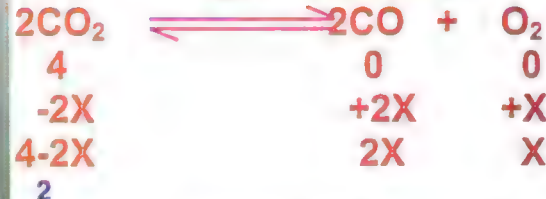
$$Y = 0.2 + 0.8 = 1 \text{ mol}$$
 عدد مولات **HBr** بداية التفاعل

$$2) K_c = \frac{[\text{H}_2][\text{Br}_2]}{[\text{HBr}]^2} = \frac{0.4 \times 0.4}{0.2 \times 0.2} = 4$$

مثال اضافي 8 في التفاعل المتزن الغازي



وفي اناء حجمه **1 لتر** وضع **4 atm** من **CO₂** وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الجزئي لـ **CO₂** هو **2 atm** (جد 1) **K_p** (2) الضغط الكلي



بما ان الضغط الجزئي لـ **CO₂** عند الاتزان **2 atm** وعليه

$$4 - 2X = 2 \Rightarrow 4 - 2 = 2X$$

$$2 = 2X \Rightarrow X = 1 \text{ atm}$$

وعليه باقي الضغوط عند الاتزان

$$P_{\text{CO}_2} = 2X = 2 \times 1 = 2 \text{ atm}$$

$$P_{\text{O}_2} = X = 1 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{P_{\text{CO}}^2 \times P_{\text{O}_2}}{P_{\text{CO}_2}^2}$$

$$K_p = \frac{2^2 \times 1}{2^2} = \frac{4}{4} = 1$$

(2) ايجاد الضغط الكلي

$$P_T = P_{\text{CO}_2} + P_{\text{CO}} + P_{\text{O}_2}$$

$$P_T = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ atm}$$

واجبات عن النوع الثالث تحل في دفتر الواجبات.

مثال اضافي 10 للتفاعل المتزن الغازي الاتي $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ وضع **6 mol من **SO₂** و **4 mol** من **O₂** وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان تركيز **SO₃** ضعف **O₂** جد **K_c****

الجواب = 4

علما ان حجم الاناء **2 لتر**

مثال اضافي 11 للتفاعل المتزن الغازي الاتي $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضع **3 mol من **A** و **2 mol** من **B** وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان المتكون من **C = 1 mol** جد **K_c****

الجواب = 0.4

مثال اضافي 12 للتفاعل المتزن الغازي الاتي $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضع **0.4 atm من **CO** و **0.6 atm** من **Cl₂** وعند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان ان الضغط الكلي = **0.8 atm** جد **K_p** للتفاعل.**

الجواب = 2.5

مثال اضافي 13 للتفاعل المتزن الغازي الاتي $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ وفي اناء حجمه **4 لتر وضع **4 mol** من **SO₃** و عند الوصول الى حالة الاتزان وجد ان الوعاء يحتوي **2.4 mol** من غاز **SO₂** احسب **K_c****

الجواب = 0.675



7-2 العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وثابت الاتزان



ترتبط الطاقة الحرة غير القياسية ΔG مع الطاقة الحرة القياسية ΔG° لهذا التفاعل بالعلاقة التالية

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b} \quad (1)$$

حيث R ثابت الغازات ويساوي بوحدة الطاقة ($R=8.314 \text{ J/K.mol}$) و T درجة الحرارة بوحدة الكلفن.

وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان تكون الطاقة الحرة مساوية صفر وحاصل القسمة = ثابت الاتزان وعليه تصبح

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq} \quad (2)$$

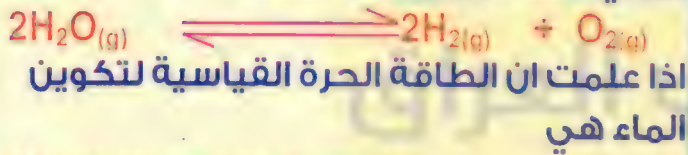
حيث يستخدم K_p لتفاعلات الغازات بدلالة الضغوط الجزئية و K_c بدلالة التراكيز المولارية.

تعد هذه المعادلة من أهم المعادلات في علم الترموداينميك لأنها تمكننا من معرفة التغير في الطاقة الحرة ΔG° بالاعتماد على قيمة ثابت الاتزان

أن قيمة R هنا تختلف عن قيمة R الغازات تذكر هذا جيدا
لا يحدث لك لبس في الموضوع هذه تستخدم مع الطاقات
الحرارة بوحدة الجول

تمرين (2 - 6) احسب ثابت الاتزان K_p للتفاعل

التالي عند حرارة 25°C وضغط 1 atm



$$\Delta G_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) = -237 \text{ kJ/mol}$$

$$\ln 1.2 \times 10^{-83} = -191.3 \quad \text{علمنا ان}$$

الحل/

$$\Delta G_r^\circ = \sum n \Delta G_f^\circ (\text{P}) - \sum n \Delta G_f^\circ (\text{R})$$

$$\Delta G_r^\circ = [2\Delta G_f^\circ (\text{H}_2) + \Delta G_f^\circ (\text{O}_2)] - [2\Delta G_f^\circ (\text{H}_2\text{O})]$$

$$\Delta G_r^\circ [2 \times 0 + 0] - [2 \times (-237)] = 474 \text{ kJ/mol}$$

$$T(\text{K}) = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$\Delta G^\circ (\text{J/mol}) = 474 \text{ kJ/mol} \times 1000 \text{ J/kJ}$$

$$= 474000 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

$$474000 \text{ J/mol} = -8.314 \text{ J/K.mol} \times 298 \text{ K} \ln K_{eq}$$

$$\ln K_p = \frac{474000}{-8.314 \times 298}$$

$$\ln K_p = -191.3$$

$$\ln K_p = \ln 1.2 \times 10^{-83}$$

$$K_p = 1.2 \times 10^{-83}$$

ان هذه القيمة صغيرة جدا يعني ان التفاعل لا يحدث تلقائيا

مثال (2-13) اذا علمت ان ΔG° للتفاعل التالي =

-104 kJ/mol عند الظروف القياسية



احسب ثابت الاتزان عند نفس الظروف.

$$\ln 1.7 \times 10^{18} = 42 \quad \text{علمنا ان}$$

$$T(\text{K}) = 25 + 273 = 298 \text{ K} \quad \text{الحل/}$$

$$R=8.314 \text{ J/K.mol}$$

$$\Delta G (\text{J/mol}) = -104 \text{ kJ/mol} \times 1000 \text{ J/kJ}$$

$$= -104000 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

$$-104000 \text{ J/mol} = -8.314 \text{ J/K.mol} \times 298 \text{ K} \ln K_{eq}$$

$$\ln K_{eq} = \frac{-104000}{-8.314 \times 298}$$

$$\ln K_{eq} = 42$$

$$\ln K_{eq} = \ln 1.7 \times 10^{18}$$

$$K_{eq} = 1.7 \times 10^{18}$$

ان هذه القيمة كبيرة جدا مما يعني ان قيمة تراكيز المتفاعلات قليلة جدا والتفاعل شبه تام.

ملاحظة / اننا نقوم بتحويل وحدة الطاقة الحرة الى وحدة الجول

لان ثابت ال R يحتوي وحدة جول

مسائل الفصل الخاصة بالعلاقة بين الطاقة الحرة وحاصل التفاعل

سؤال 6-2 ثابت الاتزان لتفاعل ما عند 25° يساوي 1×10^{-5} و ΔS° للتفاعل نفسه = -0.5 kJ/K.mol احسب ΔH° للتفاعل ؟

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

$$T = 25 + 273 = 298$$

$$R = -8.314 \text{ J/K.mol}$$

$$\ln 10^{-5} = 2.3 \log 10^{-5} = -5 \times 2.3 \times 1 = -11.5$$

$$\Delta G^\circ = -8.314 \text{ J/K.mol} \times 298 \text{ K} \times -11.5$$

$$\Delta G^\circ = 28500 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{\text{kJ/mol}} = \frac{28500 \text{ J/mol}}{1000 \text{ J/kJ}} = 28.5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$\Delta H^\circ = \Delta G^\circ + T\Delta S^\circ$$

$$\Delta H^\circ = 28.5 + 298(-0.5)$$

$$\Delta H^\circ = 28.5 - 149.0$$

$$\Delta H^\circ = -120.5 \text{ kJ}$$

23 - 2 اذا علمت ان ثابت التآين الذاتي للماء عند درجة حرارة 25°C وضغط 1atm تساوي 1×10^{-14} احسب قيمة ΔG° للتآين



$$\ln 10^{-14} = -32.24$$

الحل /

$$TK = t(^{\circ}\text{C}) + 273 = 25 + 273 = 298$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

$$\Delta G^\circ = - (8.314 \text{ J / K . mol} \times 298 \text{ K}) \ln 10^{-14}$$

$$\Delta G^\circ = (-2477.6 \text{ J . mol}) \times \ln 10^{-14}$$

$$\Delta G^\circ = (-2477.6 \text{ J . mol}) \times -32.24$$

$$\Delta G^\circ = 79881 \text{ J . mol}$$

2 - 11 قاعدة لو شاتليه

إذا أثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز أو الحجم أو الضغط أو درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة الاتزان فإن هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل إلى حالة الاتزان الجديدة

• **يشبه هذا المبدأ قانون نيوتن في الأنظمة الميكانيكية.**

(لكل فعل رد فعل مساو له بالقيمة ومعاكس بالاتجاه)

موضع الاتزان :- مدى انحراف أو انزياح الاتزان الكيميائي ناحية تكوين المواد الناتجة أو المتفاعلة لتفاعل كيميائي متزن.

المؤثرات الخارجية التي تؤدي إلى الإخلال بحالة الاتزان هي

أولاً :- تأثير التغير في تراكيز المواد المتفاعلة أو الناتجة على موضع الاتزان.
في تفاعل هابر لإنتاج الأمونيا



لاحظ ماذا سيحدث

- عند إضافة مزيد من الهيدروجين أو النيتروجين (أي من المواد المتفاعلة) سينزاح التفاعل نحو تكوين الأمونيا أي نحو اليمين (لتقليل من الكمية الزائدة من المواد المتفاعلة) أي أن سرعة التفاعل الأمامي ستزداد ويستمر ذلك حتى الوصول إلى حالة اتزان جديدة.
- عند إضافة مزيد من الأمونيا (أي من المواد المتفاعلة) سينزاح التفاعل نحو المتفاعلات أي نحو اليسار (لتقليل من الكمية الزائدة من الأمونيا) ويستمر ذلك حتى الوصول إلى حالة اتزان جديدة.
- عند سحب H_2 أو N_2 التفاعل ينزاح نحوهما أي من اليمين إلى اليسار.
- عند سحب كمية من الأمونيا ينزاح التفاعل من اليسار إلى اليمين.

الخلاصة:

- 1- عند الإضافة إلى النواتج ينزاح التفاعل نحو المتفاعلات أي نحو اليسار.
- 2- عند الإضافة إلى المتفاعلات ينزاح التفاعل نحو النواتج أي نحو اليمين.
- 3- عند السحب من النواتج ينزاح التفاعل نحو النواتج أي نحو اليمين.
- 4- عند السحب من المتفاعلات ينزاح التفاعل نحو المتفاعلات أي نحو اليسار.

من الأخير

: عند السحب نفس الاتجاه

عند الإضافة عكس الاتجاه

ثانيا :- تأثير الضغط او حجم اناء التفاعل على موضع الاتزان.
ان التغير بالضغط المسلط على التفاعل او التغير بحجمه يكون بالصورة الاتية

التغير	انحراف الاتزان
زيادة الضغط	باتجاه الطرف ذي عدد المولات الغازية الاقل من غيرها
نقصان الضغط	باتجاه الطرف ذي عدد المولات الغازية الأكثر من غيرها
زيادة الحجم	باتجاه الطرف ذي عدد المولات الغازية الأكثر من غيرها
نقصان الحجم	باتجاه الطرف ذي عدد المولات الغازية الاقل من غيرها

• مثال عام عن تأثير الضغط والحجم.



نلاحظ ان عدد المولات قل وبالتالي الحجم الكلي للتفاعل قل
لذا فان زيادة الضغط يقل الحجم على هذا التفاعل سوف ينزاح باتجاه النواتج لانها تمتلك عدد مولات اقل
اما عند خفض الضغط يزداد الحجم على هذا التفاعل سوف ينزاح باتجاه المتفاعلات لانها تمتلك عدد مولات اكبر

ثالثا :- تأثير درجة الحرارة

اولا : في حالة التحكم بالحرارة من قبلنا

التغيير	التفاعلات الباعثة للحرارة	التفاعلات الماصة للحرارة
زيادة درجة الحرارة	ينزاح نحو المتفاعلات تقل قيمة K_{eq}	ينزاح نحو النواتج تزداد قيمة K_{eq}
نقصان درجة الحرارة	ينزاح نحو النواتج تزداد قيمة K_{eq}	ينزاح نحو المتفاعلات تقل قيمة K_{eq}

ثانيا- في حالة ان الحرارة انخفضت او ارتفعت من تلقاء نفسه نتبع ما يلي

- في حالة الارتفاع بالحرارة ابحث عن الباعث او يمكن القول اذا التفاعل اتجه نحو الباعث يعني الحرارة ارتفعت.
 - في حالة الانخفاض بالحرارة ابحث عن الماص او يمكن القول اذا التفاعل اتجه نحو الماص الحرارة انخفضت.
- مهم جدا : اذا كان التفاعل الامامي باعث فالتفاعل الخلفي ماص.



أمثلة عن تأثير درجة الحرارة.



- أ- زيادة درجة الحرارة. (ينزاح التفاعل نحو اليمين أي باتجاه النواتج)
ب- خفض درجة الحرارة. (ينزاح التفاعل نحو اليسار باتجاه المتفاعلات)



- أ- زيادة درجة الحرارة. (ينزاح التفاعل نحو اليسار أي نحو المتفاعلات)
ب- خفض درجة الحرارة. (ينزاح التفاعل نحو اليمين أي نحو النواتج)

رابعاً :- العامل المساعد

العامل المساعد يؤدي فقط الى خفض طاقة التنشيط ولا يؤثر في تراكيز المواد المتفاعلة او الناتجة وبالتالي لا تؤثر على موضع الاتزان او قيمة ثابت الاتزان
علل / إضافة العامل المساعد لا تؤثر موضع الاتزان؟ (مهم)
الجواب / لان العامل المساعد يزيد معدل سرعتي التفاعل الأمامي والخلفي بالدرجة نفسها فيتم الوصول الى حالة الاتزان بسرعة عالية دون حدوث في تغيرات المواد الداخلة في التفاعل.

2 - 9 العوامل المؤثرة على قيمة ثابت الاتزان

تذكر ملاحظة الحرارة تؤثر على قيمة ثابت الاتزان

1- التغير في الضغط والحجم وإضافة العامل المساعد لا تؤثر على قيمة ثابت الاتزان.

2- التغير في درجة الحرارة هو **وحد** من يؤثر في قيمة ثابت الاتزان الكيميائي.

مهم جداً / اذا اتجه التفاعل نحو النواتج قيمة ثابت الاتزان تزداد قيمة K_{eq}

اما اذا اتجه التفاعل نحو المتفاعلات قيمة ثابت الاتزان K_{eq} تقل

تمرين (2-7) ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل الممتزج الآتي.

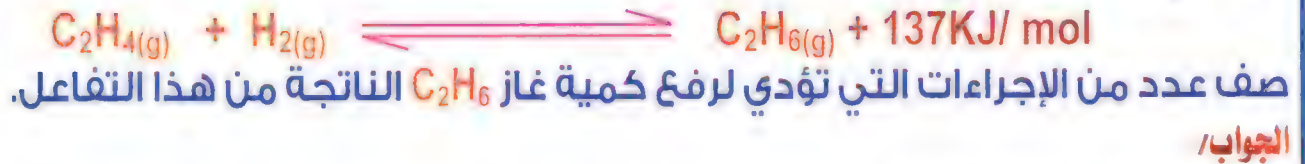


- (1) زيادة الضغط على التفاعل
(2) إضافة مزيد من O_2 الى النظام.
(3) خفض درجة الحرارة.
(4) إضافة العامل المساعد

الأجوبة:

- (1) بزيادة الضغط يقل الحجم يتجه نحو النواتج لانها الاقل عدد مولات غازية وثابت الاتزان لا يتأثر
(2) عند إضافة مزيد من O_2 سوف يزداد تركيزه وبالتالي يتجه التفاعل نحو اليمين وثابت الاتزان لا يتأثر
(3) التفاعل ماص للحرارة لذا عند خفض درجة الحرارة سوف يتجه نحو اليسار تقل قيمة ثابت الاتزان.
(4) العامل المساعد لا يؤثر على حالة الاتزان ولا يؤثر على ثابت الاتزان.

تمرين (8-2) يصل مزيج الغازات الموضوعة في وعاء مغلق عند 25°C الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي:-



الجواب/

- 1- زيادة تراكيز المتفاعلات بشكل دائم.
- 2- سحب غاز C_2H_6 باستمرار.
- 3- كون التفاعل باعث يجب خفض (تبريد) درجة الحرارة باستمرار.
- 4- زيادة الضغط لتقليل الحجم وبالتالي سيتجه التفاعل نحو النواتج لانها اقل عدد مولات

مثال (اضافي 14) صف اربع اجراءات تؤدي لرفع المنتج للتفاعل الغازي المتزن الباعث



للحرارة.

الجواب

- 1- سحب غاز الامونيا باستمرار.
- 2- زيادة تراكيز المتفاعلات بشكل دائم (للتخلص من فائض المتفاعلات يتجه نحو النواتج)
- 3- خفض درجة الحرارة. (لان التفاعل باعث بخفض الحرارة يتجه نحو النواتج)
- 4- زيادة الضغط يقل الحجم يتجه نحو النواتج لانها الاقل عدد مولات غازية

تمرين (6-2) اثيل ايثانوات مذيب جيد لطلاء الاظافر يحضر من اضافة حامض الخليك الى



كحول الاثيل

اقترح بصفتك مهندس كيميائي كيف يمكنك زيادة المنتج من اثيل ايثانوات بتغير التراكيز.

الجواب/

- 1- زيادة تراكيز المتفاعلات بشكل دائم اي زيادة الحامض والكحول.
- 2- سحب غاز النواتج باستمرار. اي سحب اثيل ايثانوات باستمرار.

عيشن اكلم وعولت حقيقة كم
انت لجميل طالب التطبيق



2-10 أهمية ثابت الاتزان

يمكن من خلال قيم ثوابت الاتزان يمكن معرفة نواتج التفاعل فالقيم العالية للثوابت تعني نسبة عالية من النواتج مقارنة بالمواد المتفاعلة تعني نسبة عالية من النواتج مقارنة بالمواد المتفاعلة .

حيث القيم الكبيرة من 10^n فما فوق ينزاح نحو النواتج.

و القيم الصغيرة من 10^{-n} فما تحت ينزاح نحو المتفاعلات .

علل / يتفاعل الاوكسجين مع النتروجين لتكوين غاز اول اوكسيد النتروجين مع ذلك تبقى نسب الاوكسجين والنتروجين ثابتة؟

ج/ ان بقاء نسب الاوكسجين والنتروجين ثابتة فهذا يدل على شئ واحد فقط وهو ان قيمة ثابت الاتزان للتفاعل قليلة وهذا يعني ان التفاعل ينزاح نحو المتفاعلات اي التفاعل غير وارد من الناحية العلمية او يحدث بصعوبة كبيرة

س25 من اسئلة الفصل / ما العلاقة بين ظاهرة الاحتباس وزيادة كمية غاز NO_2

الجواب / العلاقة طردية بزيادة كمية غاز NO_2 يزداد الاحتباس الارضي وبالتالي تزداد درجة حرارة الارض لذا يجب التخلص باستمرار من غاز NO_2

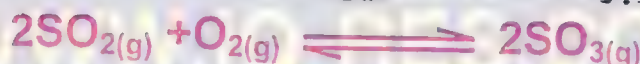
2 - 11 أهمية قاعدة لو - شاتليه

يستفاد من قاعدة لو شاتليه في زيادة انتاج المصانع والمعامل وذلك من خلال التحكم في اتجاه التفاعل وتأثير الضغط وتأثير درجة الحرارة كمثال نأخذ مثال تصنيع حامض الكبريتيك بطريقة التلامس والتي تتضمن .

(1) احتراق الكبريت في الهواء عند $1000C^\circ$



(2) تفاعل مزيد من الهواء بوجود V_2O_5 لتكوين SO_3



(3) امتصاص SO_3 باضافة حامض الكبريتيك المركز لتكوين حامض الكبريتيك الداخن .



(4) اضافة الماء لتكوين حامض الكبريتيك بالتركيز المطلوب.



يتم في هذا التفاعل استغلال الخطوة الثانية لانها تفاعل انساكي لكي تعطى مزيد من الانتاج يجب اتخاذ الخطوات التالية .

(1) ادخال كميات من الهواء لانها ستؤدي ازاحة التفاعل نحو اليمين طبقا لقاعدة لو شاتليه

(2) ازاحة SO_3 باضافة حامض الكبريتيك اولا ثم الماء . كما معلوم بازاحة النواتج يتجه التفاعل يمينا

(3) كون التفاعل باعث سيتم تبريد التفاعل لان في التفاعلات الباعثة سيؤدي الى الاتجاه يمينا بزيادة درجات الحرارة

(4) استخدام ضغوط عالية تؤدي الى اتجاه التفاعل يمينا كونها الاقل عدد مولات غازية

حل الاسئلة الخاصة بقاعدة لي شاتليه

سؤال (2-7) للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة



كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا؟

(1) عند زيادة الضغط (2) رفع درجة الحرارة (3) سحب غاز N_2O_4 الاجوبة :-

- (1) عند زيادة الضغط يتجه التفاعل نحو النواتج : لانه بزيادة الضغط يقل الحجم وبالتالي يتجه نحو النواتج لانها الاقل عدد مولات غازية .
- (2) رفع درجة الحرارة : - يتجه التفاعل نحو المتفاعلات :- لان التفاعل باعش وفي التفاعلات الباعثة يتجه التفاعل نحو المتفاعلات للتخلص من الفائض الحراري.
- (3) سحب غاز N_2O_4 : يتجه التفاعل من المتفاعلات نحو النواتج لتعويض النقص الحاصل في عملية سحب غاز N_2O_4

سؤال (2-8) ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل المتزن



- (1) خفض درجة الحرارة.
- (2) إضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الاتزان.
- (3) سحب PCl_3 من خليط الاتزان.
- (4) زيادة الضغط على خليط الاتزان
- (5) إضافة العامل المساعد.

الاجوبة /

- (1) التفاعل ماص للحرارة سيتجه نحو اليسار (المتفاعلات) وتقل قيمة ثابت الاتزان.
 - (2) سيتجه نحو اليسار (المتفاعلات) ولا تتأثر قيمة ثابت الاتزان.
 - (3) سيتجه نحو اليمين (النواتج) ولا تتأثر قيمة ثابت الاتزان.
 - (4) سيتجه نحو المولات الاقل اي نحو اليسار (المتفاعلات) ولا تتأثر قيمة ثابت الاتزان
- يزيد من سرعة التفاعل وبالتالي لا يؤثر على حالة الاتزان ولا يؤثر على ثابت الاتزان.

سؤال (2-9) التفاعل المتزن الاتي



انثالي التفاعل = -198.2 ماذا يحدث للتركيز SO_2 و O_2 و SO_3 عند الاتزان بعد

- 1- زيادة درجة الحرارة التفاعل.
- 2- خفض الضغط المسلط على التفاعل.
- 3- زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان
- 4- إضافة عامل مساعد.

العامل	$[\text{SO}_2]$	$[\text{O}_2]$	$[\text{SO}_3]$
زيادة درجة الحرارة	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه
خفض الضغط المسلط	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه
زيادة تركيز SO_2	يقل تركيزه بعد الزيادة	يقل تركيزه	يزداد تركيزه
إضافة عامل مساعد	لا يتأثر	لا يتأثر	لا يتأثر

سؤال (10-2) للتفاعل المتزن الباعث للحرارة



وضح تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان

(1) خفض الضغط المسلط (2) تبريد اناء التفاعل.

الاجوبة :-

- (1) عند خفض الضغط :- بخفض الضغط يزداد الحجم وبالتالي يتجه التفاعل نحو المتفاعلات ولا يتأثر ثابت الاتزان.
(2) تبريد اناء التفاعل :- بما ان التفاعل باعثة يتجه التفاعل نحو النواتج وتزداد قيمة ثابت الاتزان.

مثال اضافي 15 التفاعل الاتي ماص للحرارة يجري في اناء مغلق.



ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند الاتي

- 1 - تقليل حجم الاناء؟
2 - إضافة مزيد من CaO لخليط الاتزان؟
3 - سحب مزيد من CaCO3 لخليط الاتزان؟
4 - إضافة مزيد من CO2 لخليط الاتزان؟
5 - زيادة درجة الحرارة؟
- الجواب / ينزاح التفاعل نحو المتفاعلات (خلفي).
الجواب / لا يؤثر. لانه مادة صلبة.
الجواب / لا يؤثر. لانه مادة صلبة.
الجواب / ينزاح التفاعل نحو المتفاعلات (خلفي).
الجواب / ينزاح التفاعل نحو النواتج (إمامي)

سؤال (13-2) للتفاعل المتزن $A \rightleftharpoons 2B$

من خلال الجدول التالي أحسب K_c للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص او باعثة

رقم التفاعل	A(mol/L)	B(mol/L)	درجة الحرارة / °C
1	0.01	0.8	127
2	0.1	0.7	300

الحل / التفاعل الاول

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A]}$$

$$K_c = \frac{(0.8)^2}{(0.01)} = \frac{(0.64)}{(0.01)} = 64$$

التفاعل الثاني

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A]}$$

$$K_c = \frac{(0.7)^2}{(0.1)} = \frac{(0.49)}{(0.1)} = \frac{(49)}{(10)} = 4.9$$

ولمعرفة التفاعل ماص او باعثة ج / نلاحظ انه كلما ارتفعت درجة الحرارة قيم ثابت الاتزان تقل اي ان التفاعل يتجه نحو المتفاعلات وبالتالي يعتبر التفاعل باعثة لانه في التفاعلات الباعثة يتجه التفاعل يسارا للتخلص من لفائض الحراري.



سؤال (22-2) للتفاعل التالي

$2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$
وجد ان خليط الاتزان بحرارة 25C يحتوي على $[SO_2]=0.08M$ و $[SO_3]=0.002M$ و $[O_2] = 0.01M$ وعند تبريد التفاعل الى 10C° وجد $K_c = 4$ هل التفاعل باعث ام ماص.
الحل / نجد K_c عند حرارة 25C°

$$K_c = \frac{[SO_2]^2 \times [O_2]}{[SO_3]^2}$$

$$K_c = \frac{(0.08)^2 \times [0.01]}{[0.002]^2} = 16$$

الحرارة	الثابت	التفاعل
25 C°	16	الاول
10K	4	الثاني

وعليه نلاحظ انه عند خفض درجة الحرارة قلت قيمة ثابت الاتزان اي التفاعل اتجه نحو المتفاعلات اي التفاعل ماص.

الخطوة الاولى: نلاحظ ان التفاعل ماص

نعمل مقارنة بين الثابت والحرارة
اذا شطنا اثنينهم زادن او قلن التفاعل ماص
واذا وحدة قلت ووحدة زادت التفاعل باعث

واجب

اثراني يشمل على كل مواضيع لي شاتليه-

للتفاعل التالي $2A_{(g)} + B_{(s)} + 100kJ \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(l)} + E_{(aq)}$
ماذا يحدث لحالة الاتزان وثابت الاتزان في الحالات التالية.

- 1- سحب تراكيز من A ج /
- 2- اضافة تراكيز الى B ج /
- 3- سحب تراكيز من C ج /
- 4- سحب تراكيز من D ج /
- 5- اضافة تراكيز الى E ج /
- 6- زيادة الضغط. ج /
- 7- زيادة الحجم. ج /
- 8- تسخين اناء التفاعل ج /
- 9- خفض درجة الحرارة ج /
- 10- اضافة عامل مساعد ج /

WWW.IQ-RES.COM

حل المتبقي من اسئلة الفصل الثاني

س1 / املأ الفراغات التالية.

1- في التفاعل الاتي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92KJ$ فان خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تركيز المواد الناتجة

2. اذا كانت قيمة ثابت الاتزان K_c لنظام متزن عند $500C^\circ$ تساوي 2×10^{-15} وقيمته عند $200C^\circ$ يساوي 4×10^{-12} ذلك يدل على ان التفاعل ياعث للحرارة 
فكرة عن نقطة 2 الحرارة قلت الحرارة قيمة الثابت زادت التفاعل باعث

3- في التفاعل الاتي $CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH + 127KJ$ عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام فان حرارة التفاعل ترتفع.
فكرة عن نقطة 3 التفاعل باعث اضافة H_2 يتجه التفاعل نحو الامامي الذي هو باعث واذا التفاعل اتجه نحو الباعث ترتفع الحرارة

4- في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند زيادة درجة الحرارة

5- في التفاعل المتزن $CO_{2(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ فان خفض الضغط يزيد من استهلاك CO_2
فكرة عن نقطة 5 عبارة يزيد من استهلاك CO_2 يعني اتجاه التفاعل الحقيقي نحو النواتج التي مولاتها 2 بينما المتفاعلات 1 مول لان الكربون لا يحسب كونه صلب وبذلك نحتاج الى خفض الضغط حتى يزداد الحجم ومنه يذهب نحو النواتج الأكبر عدد مولات

6- في التفاعل المتزن الاتي $N_2 + O_2 + 180 KJ \rightleftharpoons 2NO_2$ فان رفع درجة الحرارة لانهاء التفاعل يعمل على زيادة قيمة K_c .
(زيادة النواتج يعني زيادة قيمة K_c).

7- التغير بالضغط لا يؤثر على حالة الاتزان للتفاعل $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ (مولات النواتج = مولات المتفاعلات)

8- للتفاعل المتزن $Cl_{2(l)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl$ طاقة + خفض الحرارة للتفاعل. يمكن زيادة تركيز HCl عند

9- في التفاعل المتزن $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ وحرارة معينة اذا كانت قيمة K_p للتفاعل = 3 والضغط الجزيئي لغاز $NO_2 = 3atm$ فان الضغط الجزيئي لغاز $N_2O_4 = 3atm$.
الحل/ واجب

10- في تفاعل ما وجد ان قيمة $K_c = 1 \times 10^{-2}$ يدل على ان موضع التفاعل في اتجاه تكوين النواتج. (كلما K_c كبيرة تجاه النواتج صغيرة تجاه المتفاعلات).

11- عند رفع الضغط الكلي على حالة اتزان لتفاعل فيه عدد مولات الغازات المتفاعلة أصغر من عدد مولات الناتجة فان التفاعل يتجه نحو المتفاعلة.
(زيادة ضغط يقلل حجم فيذهب نحو الاصغر)

12- العلاقة بين ثابت الاتزان وتركيز النواتج طردية.

13- تفاعل فيه $K_c = 4$ عند سحب النواتج من خليط الاتزان فان ثابت الاتزان لا يتأثر.

14- يترجح التفاعل الخلفي لتفاعل متزن ماص عند تبريد اناء التفاعل

15- في التفاعلات الماصة تزداد تراكيز المواد الناتجة عند زيادة درجة الحرارة.

س2 / اختر الإجابة الصحيحة (مرشح هكذا نوع من الاسئلة).

1. التفاعل المتزن $\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g) + \text{CaO}(s)$ يتم في وعاء مغلق فان كمية CaCO_3 تزداد عندما

- أ- تزال كمية من غاز CO_2 من التفاعل عند الاتزان. ب- يزداد الضغط الكلي.
ج- تضاف كمية من CaO الى خليط الاتزان. د- كل الاجابات السابقة خطأ.

2. التفاعل المتزن $\text{I}_2 + \text{F}_2 \rightleftharpoons 2\text{IF}$ ثابت الاتزان K_p يساوي 1×10^6 بدرجة حرارة 2000K فاذا كان الضغط الجزيئي لغاز IF عند الاتزان 0.2 atm و 4×10^{-3} لغاز F_2 فان الضغط الجزيئي لغاز $\text{I}_2 =$
أ- $5 \times 10^4 \text{ atm}$ ب- 1×10^{-5} ج- 1×10^5 د- جميع الاجابات خطأ

س3/ علل ما يأتي (على الأغلب تعليل وزارى)

1- في التفاعل المتزن طاقة $A \rightleftharpoons B$ لا تتغير حرارة التفاعل عند زيادة الضغط الكلي. الجواب / وذلك لان عدد مولات المواد الناتجة وعدد مولات المواد المتفاعلة متساوي لذا لن يتأثر موضع الاتزان وبالتالي لن تتغير حرارة التفاعل لان كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة.

2- قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جدا.

الجواب / وذلك لان التفاعلات غير الانعكاسية يكون احد تراكيزها او جميعها للمواد المتفاعلة = صفر لانها تستهلك تماما لذا فالكمية الناتجة تكون كبيرة وبالتالي قيمة ثابت الاتزان كبيرة.

3 - يعد التفاعل باعثا للحرارة اذا انخفضت قيمة K_c للتفاعل عند زيادة درجة الحرارة.

الجواب / لانه كما هو معروف في التفاعلات الباعثة عند زيادة درجة الحرارة سيتجه التفاعل نحو المتفاعلات وبالتالي تقل قيمة ثابت الاتزان K_c

4 - قيمة K_c ترتفع عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة.

الجواب / لان في التفاعلات الماصة للحرارة عند زيادة درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو الامام اي تزداد تراكيز النواتج وتقل تراكيز المتفاعلات وان K_c تزداد بزيادة تركيز النواتج.

5- تتوقف بعض التفاعلات تماما بينما تظهر تفاعلات أخرى وكأنها متوقفة.

الجواب / التفاعلات التي تتوقف هي تامة لانه يحدث استهلاك تام للمواد المتفاعلة جميعها او احد منها اما التي تظهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات مستمرة باتجاهين وصلت الى حالة الاتزان واصبحت التراكيز ثابتة.

6- لا يمكن اضافة الماء مباشرة لازاحة SO_2 في برج التلامس

الجواب / لان عند خلطهما يتكون ضباب كثيف من حامض الكبريتيك لا يمكن تكثيفه وتحويله الى سائل بسهولة كما ان الحامض الضبابي يعتبر مصدرا خطيرا للتلوث.



Notes



WWW.IQ-RES.COM



@iQRES



/iQRES

موقع طلاب العراق



WWW.iQ-RES.COM

الموقع التعليمي الاول على مستوى العراق



موقع طلاب العراق

99
(... شارك رابط موقعنا ...)
مع اصدقائك لتعم الفائدة
ولا تنسونا من صالح دعائكم

66

نتائج

كتب

ملازم

أخبار

أسئلة

التعليم العالي

وزارة التربية

تابعونا ..



@iQRES



/ iQRES



/ NTAAj.iQ

كل ما ينشر في موقعنا من محتوى هو مجاني ولخدمة الطالب العراقي

مُهَنْدَعِي السُّودَانِي



موقع طلاب العراق

الفصل الثالث الاتزان الأيووني

WWW.IQ-RES.COM



ملازم دار المغرب
07702729223

الفصل الثالث الاتزان الايوني

جدول الحوامض والقواعد والأملاح

الصيغة الكيميائية	الحوامض الضعيفة	الصيغة الكيميائية	الحوامض القوية
HF	حامض الهيدروفلوريك	H ₂ SO ₄	حامض الكبريتيك
HCN	حامض الهيدروسيانيك	HNO ₃	حامض النتريك
H ₂ CO ₃	حامض الكربونيك	HCl	حامض الهيدروكلوريك
H ₃ PO ₄	حامض الفسفوريك	HBr	حامض الهيدروبروميك
CH ₃ COOH	حامض الخليك	HI	حامض الهيدرويودييك
C ₆ H ₅ COOH	حامض البنزويك	HClO ₄	حامض البيركلوريك
HNO ₂	حامض النتروز	H ₂ CrO ₄	حامض الكروميك
HCOOH	8- حامض الفورميك	HMnO ₄	حامض فوق المنغنيز
H ₂ SO ₃	9- حامض الكبريتوز		
C ₆ H ₅ OH	10- حامض الفينول		
الصيغة الكيميائية	القواعد الضعيفة	الصيغة الكيميائية	القواعد القوية
NH ₃	الامونيا	Ca(OH) ₂	هيدروكسيد الكالسيوم
C ₆ H ₅ NH ₂	الانيلين	NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
C ₅ H ₅ N	البيريدين	Ba(OH) ₂	هيدروكسيد الباريوم
CH ₃ NH ₂	مثيل امين	KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم
AgOH	هيدروكسيد الفضة	LiOH	هيدروكسيد الليثيوم
		RbOH	هيدروكسيد الروبيديوم
		Mg(OH) ₂	هيدروكسيد المغنسيوم

ملاحظات

- 1- الحوامض القوية هي ثمانية حوامض كما هو واضح يمكن حفظها واعتبار باقي الحوامض ضعيفة هذه الحوامض تتفكك بشكل تام لذا ليس لها ثابت اتزان لذا اي حامض يعطى له ثابت اتزان في المواضيع القادمة هو حامض ضعيف (K_a) هو ثابت الحوامض.
- 2- نفس الأمر ينطبق على القواعد القوية اي القواعد القوية ليس لها ثابت اتزان لانها تتفكك بشكل تام او بالأحرى لا يمكن قياس K_b لها كما يمكن ملاحظة ان اغلب القواعد القوية تنتهي ب (OH) عدا هيدروكسيد الفضة.
- 3- لاحظ هناك حوامض ضعيفة تم تاسيها تنتهي ب (OH) هي حوامض عضوية وليست قواعد كما انها حوامض أحادية البروتون.
- 4- اغلب هذه الحوامض والقواعد حينما تتأين بالماء ليس شرط كتابة الماء في المعادلة مباشرة تكتب عملية التحلل عدا القواعد الضعيفة يكتب الماء في المعادلة لإظهار ايون الهيدروكسيد.
- 5- هناك أملاح كثيرة ذوبان وأملاح شحيحة الذوبان واعدادها كثيرة والنوعين من ضمن منهاج الدراسة كيف نفرق؟ للأملاح الشحيحة الذوبان ثابت يدعى ثابت حاصل الاتزان K_{sp} حينما يعطى في السؤال او يطلب (مجهول) فالمالح شحيح الذوبان.

(1) الحامض الضعيف



$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]_{\text{متبقى}}}$$

$$\text{درجة تفكك الحامض} = \frac{[H^+]_{\text{عند الاتزان}}}{[الابتدائي للحامض]}$$

$$\% \text{ لتفكك للحامض} = 100 \times \frac{[H^+]_{\text{عند الاتزان}}}{[الابتدائي للحامض]}$$

$$\text{او } \% \text{ لتفكك للحامض} = \text{درجة التفكك} \times 100 \%$$

$$PK_a = -\log K_a \quad K_a = 10^{-PK_a}$$

$$PH = -\log[H^+] \quad [H^+] = 10^{-PH}$$

(2) القاعدة الضعيفة



$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]_{\text{متبقى}}}$$

$$\text{درجة تفكك القاعدة} = \frac{[OH^-]_{\text{عند الاتزان}}}{[الابتدائي للقاعدة]}$$

$$\% \text{ لتفكك للقاعدة} = 100 \times \frac{[OH^-]_{\text{عند الاتزان}}}{[الابتدائي للقاعدة]}$$

$$\text{او } \% \text{ لتفكك للقاعدة} = \text{درجة التفكك} \times 100 \%$$

$$PK_b = -\log K_b \quad K_b = 10^{-PK_b}$$

$$POH = -\log[OH^-] \quad [OH^-] = 10^{-POH}$$

(4) محلول بفر لمزيج مكون من قاعدة ضعيفة وملحها.

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt]}{[base]}$$

وعند اضافة حامض قوي اليه يصبح

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt] + [H^+]}{[base] - [H^+]}$$

وعند اضافة قاعدة قوية اليه يصبح

$$POH = PK_b + \log \frac{[Salt] - [OH^-]}{[base] + [OH^-]}$$

(3) محلول بفر لمزيج مكون من حامض ضعيف وملحه.

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$$

وعند اضافة حامض قوي اليه يصبح

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]}$$

وعند اضافة قاعدة قوية اليه يصبح

$$PH = PK_a + \log \frac{[Salt] + [OH^-]}{[acid] - [OH^-]}$$

(6) قوانين اخرى سابقة مهمة للفصل

قانون التخفيف

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

بعد الاضافة قبل الاضافة

$$M = \frac{m}{M \times V_{(L)}}$$

قانون المولارية

ومنه القانون المهم جدا جدا التالي

$$m = M \times M \times V_{(L)}$$

(4) الذوبانية (S)



$$K_{SP} = [A^+][B^-]$$

$$S(\text{mol/L}) = \frac{S(\text{g/L})}{M(\text{g/mol})}$$

(7) ثابت التاين للماء

$$PH + POH = 14$$

$$K_w = 1 \times 10^{-14} = [H^+][OH^-]$$

3-1 مقدمة : اغلب التفاعلات تجري في المحاليل لذلك تعتبر المحاليل مهمة جدا في الكيمياء وان اغلب المحاليل تتحضر باستعمال الماء او المذيبات العضوية لكن ما سيعتمد عليه هو المحاليل المائية.

3-2 المواد الالكتروليتية والمواد غير الالكتروليتية

المحلول المائي :- هو مزيج متجانس من ذوبان المذاب في المذيب (الماء).

وصنفت المحاليل على هذا الاساس الى صنفين

1- الالكتروليتات :- هي المواد التي يمكن لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي مثل كلوريد الصوديوم.

2- المواد غير الالكتروليتية :- هي المواد التي تكون لمحاليلها المائية عدم القابلية على التوصيل الكهربائي مثل السكروز.

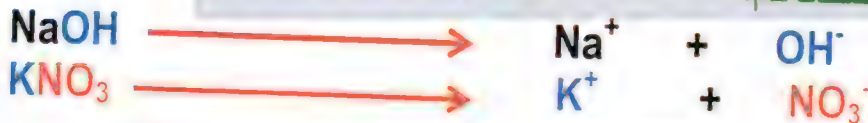
تصنف الالكتروليتات الى صنفين

1. الالكتروليتات القوية : وهي الالكتروليتات التي ينتج عند ذوبانها في الماء محاليل عالية التوصيل الكهربائي علل (وذلك بسبب تفككها التام في محاليلها المائية). ومن الامثلة عليه حامض HCl و $NaCl$ و $NaOH$

عملية تفكك هذه الالكتروليتات يمكن تمثيلها بالمعادلات التالية



لاحظ المعادلة من سهم باتجاه واحد اي تفكك تام.



بشكل عام هناك 3 فئات من الالكتروليتات القوية.

1. الحوامض القوية

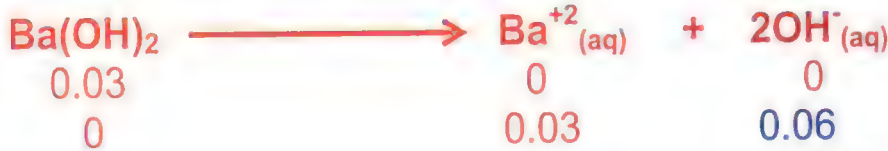
2. القواعد القوية

3. معظم الاملاح الذائبة في الماء



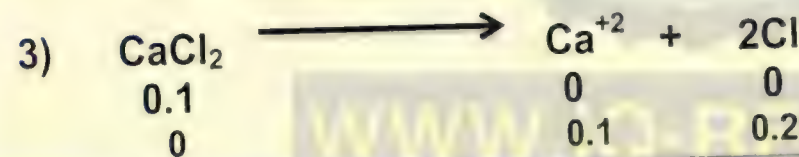
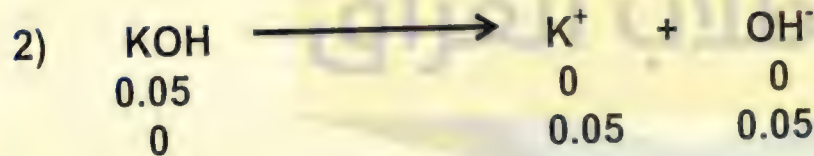
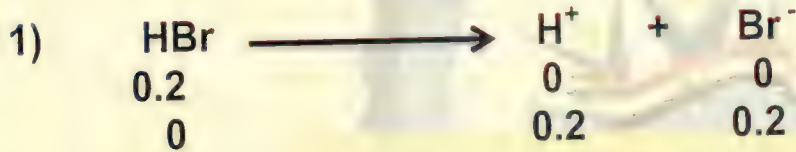
س / كيف تحسب تراكيز الايونات في محاليل الالكتروليتات القوية؟
ج / تحسب مباشرة من تراكيز الالكتروليتات القوية كما في الامثلة ادناه.

مثال (1-3) احسب التراكيز المولارية لايون Ba^{+2} وايون OH^- في محلول $0.03M$ هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$.



وعليه تركيز $[Ba^{+2}]$ في المحلول = $0.03M$
تركيز $[OH^-]$ في المحلول = $0.06M$

تمرين (1-3) احسب تراكيز الاصناف الايونية في محاليل المركبات التالية حسب التراكيز المشار اليها (1) $0.2M$ من HBr (2) $0.05M$ من KOH (3) 0.1 من $CaCl_2$ (لحلول)



مثال اضافي 1 احسب تراكيز الاصناف الايونية في محاليل المركبات التالية حسب التراكيز المشار اليها (1) $0.33M$ من H_2CrO_4 (2) $0.05M$ من $Ca(OH)_2$ (لحلول)



2. **الالكتروليتات الضعيفة :** هي الالكتروليتات التي ينتج عند ذوبانها في الماء محاليل ضعيفة التوصيل الكهربائي على (لكونها تتأين بشكل محدود في الماء) ومن الأمثلة عليها **حامض الخليك** CH_3COOH و **الامونيا** NH_3 و **املاح شحيحة الذوبان** مثل $AgCl$.



لاحظ: عند ثبوت درجة الحرارة تتفكك **جزيئات حامض الخليك الضعيف** في محلوله المائي لينتج عنه ايونات الهيدروجين H^+ وايونات **الخلايا** CH_3COO^- وفي نفس الوقت تتحد هذه الايونات مع بعضها لتكوين **حامض الخليك** (تفاعل خلفي) وعند الوصول الى حالة اتزان سيصبح له ثابت اتزان يعبر عن تراكيز المحاليل .

$$K_c = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

مثال عام اكتب التعبير الرياضي لحساب قيمة K_c لمحلول الامونيا المخفف.

للاطلاع

الجواب / نكتب معادلة تفكك الامونيا



$$K_{eq} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3][H_2O]}$$

بما ان المذيب هو الماء الذي له قيمة ثابتة هي $M = 55.55$ تم استنتاجها بالصورة التالية

$$\rho_{H_2O} = 1 \text{ Kg / L} = 1000 \text{ g / L}$$

$$M(H_2O) = (1 \times 2) + (16 \times 1) = 18 \text{ g / mol}$$

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol) \times V(L)} = \frac{1000(g)}{18(g/mol) \times 1(L)} = 55.55 \text{ M} \quad \text{حفظ}$$

يدمج هذا الثابت مع K_{eq} لينتج K_c وعلى سيكون ثابت الامونيا كالآتي

$$K_c = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

وعليه يجب الانتباه عندما يكون الماء هو المذيب عند التعبير عن قيم K_c لن نكتب قيمة $[H_2O]$

في قانون ثابت الاتزان لانها قيمة ثابتة دخلت مع قيمة ثابت الاتزان.

3-3 تفكك الالكتروليتات الضعيفة.

كما مر سابقا فان تعريف الحامض والقاعدة حسب نظرية برونشتد يكون كالآتي:-

الحامض :- هي المادة التي لها القابلية على فقدان بروتون لتكوين قاعدة قرينة.



القاعدة :- هي المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون لتكوين حامض قرين.

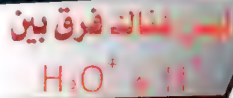


الحوامض الضعيفة:- تعد الكتروليتات ضعيفة لان عملية تفككها في الوسط المائي تخضع الى حالة اتزان بين الجزيئات غير المتفككة والايونات الناتجة يمكن التعبير عنها بواسطة ثابت الاتزان.

المعادلة العامة لتفكك الحوامض الضعيفة



وعليه علاقة ثابت الاتزان ستكون بالصورة التالية



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

هذه من سيعتمد عليها

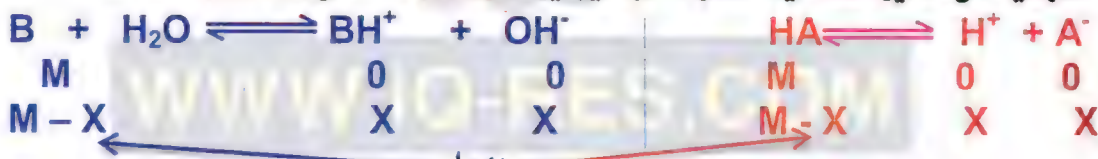
K_a (من acid وتعني حامض) وهي تمثل ثابت تفكك الحامض او ثابت التاين للحامض الضعيف.

ملاحظات حسابية لمسائل الحوامض الضعيفة والقواعد الضعيفة.

1. نكتب معادلة تفكك الحامض القوي او القاعدة الضعيفة



2. نكتب الفرضية من حقلين فقط حيث تمثل X تركيز ايونات $[\text{H}^+]$ للحامض و $[\text{OH}^-]$ للقاعدة.



يهمل

3. يستعمل اسلوب التقريب وذلك باهمال قيمة X المطروحة بالحالات التالية.

أ. اذا كانت قيمة K_a او $K_b = 10^{-5}$, 10^{-6} الخ.

ب. درجة التفكك او التاين = 0.05 فما تحت جـ. النسبة المئوية للتاين = 5% فما تحت.

4. تستخدم طريقة الدستور في حالة عدم اهمال قيمة X. (لن نستخدمها في المنهاج)

5. درجة التفكك = $\frac{(\text{تركيز الجزء المتاين})}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}}$

6. النسبة المئوية للتفكك = $\frac{(\text{تركيز الجزء المتاين})}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}} \times 100\%$ ← وعليه النسبة المئوية للتفكك = درجة التفكك $\times 100\%$

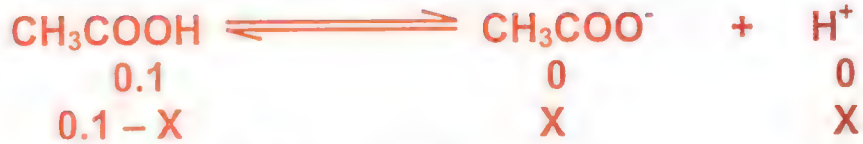
7. سير اتجاه التفاعل دائما امامي.

ايضا احفظ قانون التخفيف وهو عدد مرات التخفيف = $\frac{M_1}{M_2}$ ← $M_2 = \frac{M_1}{\text{عدد مرات التخفيف}}$

مثال 2-3 أحسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في 0.1M في محلول مائي لحامض الخليك ودرجة التأين والنسبة المئوية لتفكك الحامض علماً أن K_a للحامض 1.8×10^{-5}

للفائدة $\sqrt{1.8} = 1.34$

الحل /



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{(0.1 - X)} \rightarrow \text{يُهْمَل}$$

$$X^2 = 1.8 \times 10^{-6} \quad \text{نأخذ الجذر التربيعي}$$

$$X = 1.3 \times 10^{-3} \text{ M} = [\text{H}^+]$$

$$(2) \text{ درجة التفكك} = \frac{[\text{H}^+] \text{ عند الاتزان}}{[\text{التركيز الابتدائي للحامض}]}$$

$$= \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = 1.3 \times 10^{-2}$$

$$(3) \text{ النسبة المئوية للتفكك} = \frac{[\text{H}^+]}{[\text{التركيز الابتدائي}]} \times 100\%$$

$$\% 1.3 = \% 100 \times \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1}$$

$$\% 1.3 = \% 100 \times 1.3 \times 10^{-2} = \% 100 \times \text{درجة التفكك}$$

تمرين (3-3) محلول لحامض الهيدروسيانيك HCN تركيزه 0.1M و K_a له 4.9×10^{-10} ؟
أحسب تركيز H^+ له درجة التفكك والنسبة المئوية

الحل /

$$\text{درجة التفكك} = \frac{[\text{H}^+] \text{ عند الاتزان}}{[\text{التركيز الابتدائي للحامض}]}$$

$$= \frac{7 \times 10^{-6}}{0.1} = 7 \times 10^{-5}$$

$$\% 100 \times \text{درجة التفكك} = \text{النسبة المئوية}$$

$$= \% 100 \times 7 \times 10^{-5} = \text{النسبة المئوية} = 0.007\%$$



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$$

$$4.9 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.1 - X} \rightarrow \text{يُهْمَل}$$

$$X^2 = 0.49 \times 10^{-10} \quad \text{بالجذر التربيعي}$$

$$X^2 = 49 \times 10^{-12}$$

$$X = 7 \times 10^{-6} \text{ M} = [\text{H}^+]$$

القواعد الضعيفة:- وتعرف حسب مفهوم برونشتد على انها التي لها القابلية على اكتساب البروتونات ولها ثابت تفكك K_b

أشهر القواعد الضعيفة

1. الامونيا NH_3
2. الانيلين $C_6H_5NH_2$ او C_6H_7N حفظ صيغة وأسم
3. البريديين C_5H_5N
4. مثيل امين CH_3NH_2

يعبر عن الاتزان الايوني في هذه المعادلات بكتابة H_2O في المعادلة لإظهار $[OH^-]$ في النواتج.



$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

س/ أكتب معادلات تفكك القواعد الاربعة اعلاه

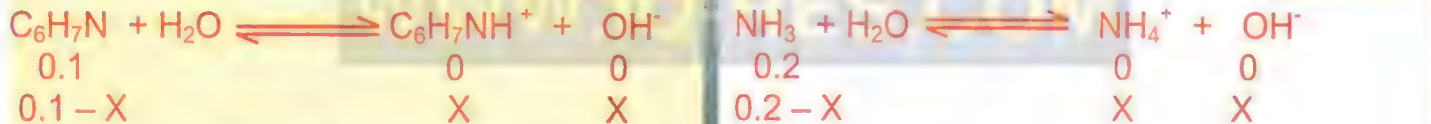


مثال اضافي 2 احسب تركيز $[OH^-]$ ودرجة التاين

والنسبة المئوية للمحلول المائي للامونيا

الذي تركيزه $0.2 = K_b$ علما K_b للامونيا 1.8×10^{-5}

الحل / $\sqrt{3.6} = 1.9$ للفائدة

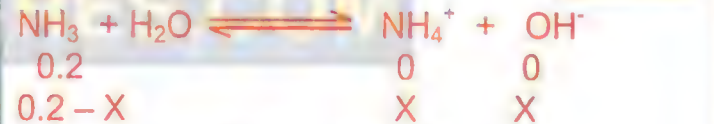


$$K_b = \frac{[C_6H_7NH^+][OH^-]}{[C_6H_7N]}$$

$$3.8 \times 10^{-10} = \frac{[X^2]}{0.1 - X} \rightarrow \text{يهمل}$$

$$X^2 = 3.8 \times 10^{-11} = 38 \times 10^{-12}$$

$$X = 6.2 \times 10^{-6} M = [OH^-]$$



$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[X^2]}{0.2 - X} \rightarrow \text{يهمل}$$

$$X^2 = 0.36 \times 10^{-5} = 3.6 \times 10^{-6}$$

$$X = 1.9 \times 10^{-3} M = [OH^-]$$

$$\frac{[OH^-]}{[التركيز الابتدائي]} = \text{درجة التاين}$$

$$\text{درجة التاين} = \frac{1.9 \times 10^{-3}}{0.2} = 9.5 \times 10^{-3}$$

النسبة المئوية للتاين = درجة التفكك $\times 100\%$

$$0.95\% = 100 \times 9.5 \times 10^{-3}$$

زوروا موقعنا للمزيد
WWW.IQ-RES.COM



ملاحظة مهمة جدا يجب التركيز عليها ومهمة جدا للمواضيع اللاحقة

في حالة اذا كان الثابت مجهول او التركيز الابتدائي للالكتروليت الضعيف ويمكن الوصول الى تراكيز او H^+ او OH^- يمكن تطبيق القوانين التالية مباشرة دون كتابه معادلة التآين

أ - للحوامض الضعيفة

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{Y}$$

حيث Y تركيز الحامض الابتدائي

ب - للقواعد الضعيفة

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{Y}$$

حيث Y تركيز القاعدة الابتدائي

مثال اضافي 3 يتآين حامض الخليك CH_3COOH في محلوله المائي ذو التركيز $0.01M$ بمقدار 4.2% احسب ثابت تآين الحامض؟

الحل /

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{Y}$$

$Y = 0.01M$ تركيز الحامض الابتدائي

$$\%100 \times \frac{[H^+]}{[التركيز الابتدائي للحامض]} = \text{النسبة المئوية للتآين}$$

$$\%100 \times \frac{[H^+]}{[0.01]} = \%4.2$$

$$[H^+] = \frac{4.2 \times 0.01}{100} = 4.2 \times 10^{-4}M$$

$$K_a = \frac{(4.2 \times 10^{-4})^2}{[0.01]}$$

$$K_a = \frac{17.64 \times 10^{-8}}{[10^{-2}]} = 17.64 \times 10^{-6} = 1.76 \times 10^{-5}$$

مثال اضافي 4 اذا علمت ان درجة التفكك المئوية $0.1M$ من حامض $HCN = 0.01\%$ كم هو ثابت تآين هذا الحامض؟

الحل /

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{Y}$$

$Y = 0.1M$ تركيز الحامض الابتدائي

$$\%100 \times \frac{[H^+]}{[التركيز الابتدائي للحامض]} = \text{النسبة المئوية للتآين}$$

$$\%100 \times \frac{[H^+]}{[0.1]} = \%0.01$$

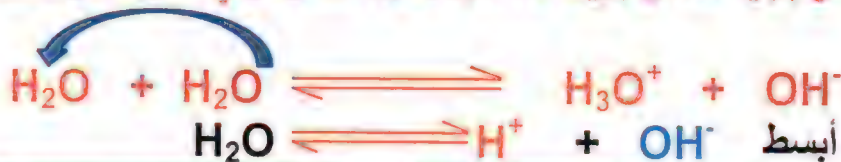
$$[H^+] = \frac{0.01 \times 0.1}{100} = 10^{-5}M$$

$$K_a = \frac{(10^{-5})^2}{[0.1]}$$

$$K_a = \frac{10^{-10}}{[10^{-1}]} = 10^{-9}$$

4-3 التآين الذاتي للماء

هو تفاعل كيميائي يتم فيه انتقال البروتون من جزيء ماء الى جزيء آخر لتكوين ايون الهيدرونيوم H_3O^+ و OH^-
البرتنة: عملية انتقال البروتون من جزيئية ماء الى جزيئية ماء اخرى بصورة تلقائية وهي مسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء.



لا يمكن تركيز الماء لم يكتسب ايضاً في التفاعل
 يكون ان تركيز الماء قيمة ثابتة قد دخل مع
 ثابت K_w

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

و عليه

بصورة عامة عملية تكوين H^+ مصاحبة دائماً لعملية تكوين OH^-
 وعليه تركيز H^+ دائماً مساوي لتركيز OH^- في جزيئات الماء مما يجعل الماء محلولاً متعادلاً وقد اثبتت الدراسات الحديثة التي
 أجريت على الماء ان تركيز $[H^+]$ في جزيئاته $= 1 \times 10^{-7}$ وكذلك تركيز $[OH^-]$

$$K_w = (10^{-7})^2 = 10^{-14}$$

ركز هنا : - كما ذكرنا ان الماء محلول متعادل ليس حامضي او قاعدي لذا اذا اضفنا اليه حامض يؤدي ذلك الى زيادة
 تركيز ايونات H^+ وحسب قاعدة لي شاتليه سيقبل هذا من تركيز ايونات OH^- للمحافظة على كمية K_w ثابتة
 والعكس صحيح. وخلاصة القول تكمن في التعابير ادناه.

$[H^+] < [OH^-]$ المحلول قاعدي.

$[OH^-] < [H^+]$ المحلول حامضي.

ملاحظات حسابية عن التآين الذاتي للماء

1. اذا اراد حساب H^+ و OH^- لمحلول حامضي نقوم بالآتي

أ. نستخرج تركيز H^+ من تركيز الحامض كما تعلمنا من طرق حساب تركيز H^+ للحامض الضعيف او القوي.

ب. نستخرج OH^- من العلاقة التالية $K_w = [H^+][OH^-]$ ومن العلاقة

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

2. اذا اراد حساب H^+ و OH^- لمحلول قاعدي نقوم بالآتي

أ. نستخرج تركيز OH^- من تركيز القاعدة القوية او الضعيفة

ب. نستخرج H^+ من العلاقة التالية $K_w = [H^+][OH^-]$ ومن العلاقة

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{[OH^-]}$$

3. اذا اراد حساب H^+ من OH^- او بالعكس من العلاقة مباشرة $K_w = [H^+][OH^-]$

مثال 3-3 أحسب تراكيز H^+ و OH^- في 0.05 M من حامض النتريك HNO_3 ؟

الحل /



$$[H^+] = 0.05 = 5 \times 10^{-2} M$$

لأستخراج تركيز $[OH^-]$ نستخدم العلاقة أدناه

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-2}}$$

$$[OH^-] = \frac{10 \times 10^{-15}}{5 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-13} M$$

تمرين 4-3 احسب تراكيز أيونات H^+ المائية في محلول يحتوي أيونات OH^- المائية بتراكيز

(أ) $0.01 M$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

$$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12} M$$

(ب) $2 \times 10^{-9} M$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

$$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-9}}$$

$$[H^+] = \frac{10 \times 10^{-15}}{2 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^{-6} M$$

مثال إضافي 5 احسب تراكيز H^+ و OH^- في 0.03 M محلول قاعدة ضعيفة B علما ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة 1.2×10^{-9}

الحل /



$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

$$1.2 \times 10^{-9} = \frac{[X^2]}{0.03 - X}$$

$$X^2 = 0.036 \times 10^{-9}$$

$$X^2 = 36 \times 10^{-12}$$

$$X = 6 \times 10^{-6} M = [OH^-]$$

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

$$[H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$$

$$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{6 \times 10^{-6}}$$

$$[H^+] = \frac{10 \times 10^{-15}}{6 \times 10^{-6}} = 1.66 \times 10^{-9} M$$

حسابات في اللوغاريتم قبل الدخول الى موضوع الأس الهيدروجيني PH

1- اللوغاريتم المستخدم في هذا الفصل اللوغاريتم الاعتيادي العشري ويعرف بالصورة التالية.

$$\begin{aligned} \text{Log } Y &= X \\ \longrightarrow Y &= 10^X \\ \text{Log } 10^Y &= Y \end{aligned}$$

2- لاحظ القوانين التي تنطبق على اللوغاريتم

a) $\text{Log } Z \times Y = \text{Log } Z + \text{Log } Y$

مثال 1/ جد قيمة $\text{Log } 5 \times 6$ علما ان $\text{Log } 5 = 0.7$ و $\text{Log } 6 = 0.78$

$$\text{Log } 5 \times 6 = \text{Log } 5 + \text{Log } 6 = 0.7 + 0.78 = 1.48$$

مثال 2 / جد قيمة لوغاريتم 7×10^{-3} علما ان لوغاريتم $7 = 0.845$

$$\text{Log } 7 \times 10^{-3} = \text{Log } 7 + \text{Log } 10^{-3} = 0.845 - 3 = -2.155$$

b) $\text{Log } \frac{Z}{Y} = \text{Log } Z - \text{Log } Y$

$$\text{Log } 2 = 0.3$$

مثال 3/ جد قيمة $\text{Log } \frac{1.8}{1.2}$ علما ان $\text{Log } 3 = 0.477$

$$\text{Log } \frac{1.8}{1.2} = \text{Log } \frac{18}{12} \text{ Log } \frac{3}{2} = \text{Log } 3 - \text{Log } 2 = 0.477 - 0.300 = 0.177$$

3- لاحظ كيفية ايجاد عدد اساسه 10 وفيه أس سالب

$$X = 10^{-2.32}$$

نضيف للأس +3 و-3 لماذا لان العدد الاولي 2 يعني لو كان مثلا 3.7 نضيف +4 و-4 سيصبح بالصورة التالية

$$X = 10^{-2.32 + 3 - 3} \longrightarrow X = 10^{0.68 - 3} \longrightarrow X = 4.8 \times 10^{-3}$$

ملاحظة : سيزودك بهذه المعلومة في السؤال $\text{Log } 4.8 = 0.68$ فانت تقوم بأخذ الرقم الي بجانب اللوغاريتم وتعوضه عن القيمة التي ظهرت لك بالسؤال.

$$\text{Log } 2.88 = 0.46 \text{ علما ان } Y = 10^{-4.54}$$

مثال 4 جد قيمة Y اذا علمت ان

$$Y = 10^{-4.54 + 5 - 5} \longrightarrow Y = 10^{0.46 - 5} \longrightarrow Y = 2.88 \times 10^{-5}$$

5-3 الاس الهيدروجيني PH

يكون عادة التعامل مع التراكيز الصغيرة لأيونات H^+ و OH^- صعب جدا لذا تم اقتراح

الاس الهيدروجيني PH (الدالة الحامضية) للتعبير عن حامضية المحلول.

والاس الهيدروكسيدي POH (الدالة القاعدية) للتعبير عن قاعدية المحلول.

وحسب العلاقات التالية

$$PH = -\text{Log} [H^+] = \frac{1}{[H^+]} \longrightarrow [H^+] = 10^{-PH}$$

$$POH = -\text{Log} [OH^-] = \frac{1}{[OH^-]} \longrightarrow [OH^-] = 10^{-POH}$$

أشتق علاقة تربط بين قيمتي PH و POH

$$[H^+] [OH^-] = 10^{-14}$$

نأخذ لوغاريتم طرفي المعادلة

$$\text{Log}[H^+] [OH^-] = \text{Log} 10^{-14}$$

$$\text{Log}[H^+] + \text{Log} [OH^-] = \text{Log} 10^{-14}$$

نضرب طرفي المعادلة $\times -1$

$$(-\text{Log}[H^+]) + (-\text{Log} [OH^-]) = -\text{Log} 10^{-14}$$

$$PH + POH = 14$$

الجدول ادناه مهم جدا ويجب حفظه

خلي ننطيك المفيد

PH تحت 7 حامض

PH فوق 7 قاعدي

PH = 7 متعادل

جدول يوضح طبيعة المحلول للقيم المختلفة ل PH و POH عند حرارة $25^\circ C$		
القيم عند $25^\circ C$	الحالة العامة	طبيعة المحلول
$PH < 7 < POH$	$PH < POH$	حامضي
$PH = 7 = POH$	$PH = POH$	متعادل
$PH > 7 > POH$	$PH > POH$	قاعدي

مثال 4-3 أحسب قيمة PH محلول فيه تركيز

أيونات $H^+ = 0.05$ علما ان $\text{Log } 5 = 0.7$

$$PH = -\text{Log} [H^+]$$

$$PH = -(\text{Log } 0.05)$$

$$PH = -(\text{Log } 5 \times 10^{-2})$$

$$PH = -(\text{Log } 5 + \text{Log } 10^{-2})$$

$$PH = -(0.7 - 2) = 1.3$$

ملاحظة مهمة جدا

1. العلاقة بين PH و POH علاقة عكسية.

2. العلاقة بين $[H^+]$ و $[OH^-]$ علاقة عكسية.

3. علاقة $[H^+]$ مع PH علاقة عكسية.

4. علاقة $[OH^-]$ مع PH علاقة عكسية مع POH.

قوانين مهمة جدا

تركيز الحمض القوي الاحادي البروتون $[H^+] =$

تركيز الحمض القوي الثاني البروتون $\frac{[H^+]}{2} =$

تركيز القاعدة القوية الاحادية الهيدروكسيد $[OH^-] =$

تركيز القاعدة القوية الثانية الهيدروكسيد $\frac{[OH^-]}{2} =$

تمرين 3-7 إذا علمت ان PH محلول حامض

النترك = 3.3 ما هي مولارية المحلول؟ علما

ان $\text{Log } 5 = 0.7$

الحل / بما ان الحمض قوي واحادي البروتون.

$$[HNO_3] = [H^+]$$

$$[H^+] = 10^{-\text{PH}}$$

$$[H^+] = 10^{-3.3 + 4 - 4}$$

$$[H^+] = 10^{0.7 - 4}$$

$$[H^+] = 5 \times 10^{-4} \text{ M} = [HNO_3]$$

مثال (3-5) إذا كانت PH محلول = 3.301 فكم

يكون تركيز H^+ فيه؟ علما ان $\text{Log } 5 = 0.699$

$$[H^+] = 10^{-\text{PH}}$$

$$[H^+] = 10^{-3.301 + 4 - 4}$$

$$[H^+] = 10^{0.699} \times 10^{-4}$$

$$[H^+] = 5 \times 10^{-4} = 0.0005 \text{ M}$$

مثال (3-7) احسب PH محلول الامونيا

بتركيز 0.18M علما ان $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$



$$\begin{array}{ccc} 0.18 & 0 & 0 \\ 0.18 - X & X & X \end{array}$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{[X^2]}{0.18 - X} \rightarrow \text{يعمل}$$

$$X^2 = (1.8)^2 \times 10^{-6} \quad \text{نأخذ الجذر التربيعي للطرفين}$$

$$X = 1.8 \times 10^{-3} \text{ M} = [OH^-]$$

$$POH = -\text{Log } OH^- = -(\text{Log } 1.8 \times 10^{-3})$$

$$POH = -(\text{Log } 1.8 + \text{Log } 10^{-3})$$

$$POH = -(0.26 - 3) = 2.74$$

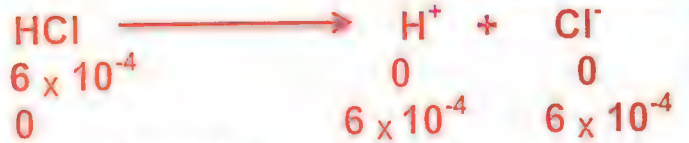
$$PH = 14 - POH = 14 - 2.74 = 11.26$$

تمرين 3-5 احسب قيم الدالة الحامضية

للمحاليل الاتية. علما ان $\text{Log } 6 = 0.78$

أ) $6 \times 10^{-4} \text{ M}$ من حامض HCl

الحل /



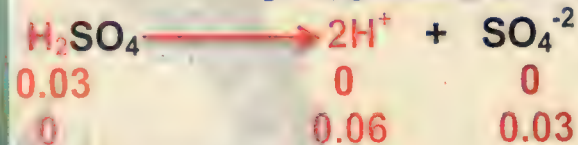
$$PH = -\text{Log } [H^+]$$

$$PH = -(\text{Log } 6 \times 10^{-4})$$

$$PH = -(\text{Log } 6 + \text{Log } 10^{-4})$$

$$PH = -(0.78 + -4) = 3.22$$

ب. 0.03 M من حامض H_2SO_4



$$PH = -\text{Log } [H^+]$$

$$PH = -(\text{Log } 0.06)$$

$$PH = -(\text{Log } 6 \times 10^{-2})$$

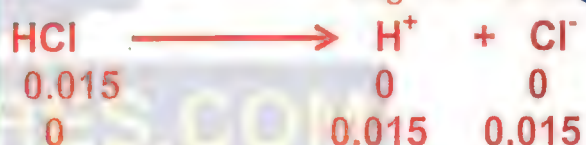
$$PH = -(\text{Log } 6 + \text{Log } 10^{-2})$$

$$PH = -(0.78 - 2) = 1.22$$

مثال 3-6 احسب $[H^+]$ و PH و $[OH^-]$ و POH

لمحلول حامض HCl تركيزه 0.015M

علما ان $\text{Log } 1.5 = 0.18$



$$[H^+] = 0.015 = 1.5 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$PH = -\text{Log } [H^+]$$

$$PH = -\text{Log } (1.5 \times 10^{-2})$$

$$PH = -(\text{Log } 1.5 + \text{Log } 10^{-2})$$

$$PH = -(0.18 - 2) = 1.82$$

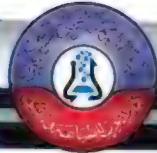
$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.5 \times 10^{-2}} = \frac{10 \times 10^{-15}}{1.5 \times 10^{-2}}$$

$$[OH^-] = 6.7 \times 10^{-13} \text{ M}$$

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - PH = 14 - 1.82 = 12.18$$



تمرين (3-9) احسب $[H^+]$ و PH و $[OH^-]$ و POH للمحلول المائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيز $0.015 M$

وهل المحلول حامضي ام قاعدي؟ استنفد من هذه المعلومة $Log 3 = 0.48$

الحل/ واجب النتائج ستكون كالآتي

$$[OH^-] = 0.03M \quad [H^+] = 3.33 \times 10^{-13} M \quad POH = 1.52 \quad PH = 12.48$$



WWW.IQ-RES.COM



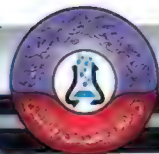
@iQRES



/iQRES

موقع طلاب العراق





تمرين (3-8) اكمل الجدول التالي وهل هناك علاقة واضحة بين PH و POH ولماذا

المحلول	[H ⁺]	[OH ⁻]	PH	POH
0.15M HI	0.15	6.67×10^{-14}	0.82	13.18
0.06M RbOH	1.67×10^{-13}	0.06	12.78	1.22
0.02M Ba(OH) ₂	2.5×10^{-13}	0.04	12.6	1.4
0.0003 HClO ₄	0.0003	3.33×10^{-11}	3.53	10.47

$$\log 15 = 1.18$$

$$\log 4 = 0.6$$

$$\log 6 = 0.78$$



$$[\text{OH}^-] = 0.06 = 6 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{POH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{POH} = -(\log 6 \times 10^{-2})$$

$$\text{POH} = -(\log 6 + \log 10^{-2})$$

$$\text{POH} = -(0.78 - 2) = 1.22$$

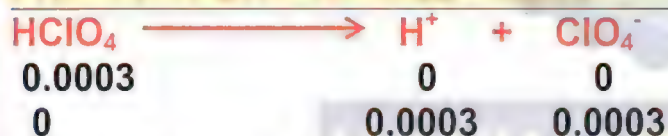
$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{6 \times 10^{-2}}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{10 \times 10^{-15}}{6 \times 10^{-2}} = 1.67 \times 10^{-13} \text{ M}$$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{PH} = 14 - \text{POH} = 14 - 1.22 = 12.78$$



$$[\text{H}^+] = 0.0003 = 3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{PH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\text{PH} = -(\log 3 \times 10^{-4})$$

$$\text{PH} = -(\log 3 + \log 10^{-4})$$

$$\text{PH} = -(0.47 - 4) = 3.53$$

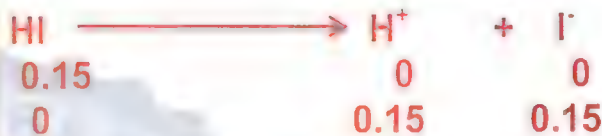
$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{3 \times 10^{-4}}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10 \times 10^{-15}}{3 \times 10^{-4}} = 3.33 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{POH} = 14 - \text{PH} = 14 - 3.53 = 10.47$$



$$[\text{H}^+] = 0.15 = 15 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{PH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\text{PH} = -(\log 15 \times 10^{-2})$$

$$\text{PH} = -(\log 15 + \log 10^{-2})$$

$$\text{PH} = -(1.18 - 2) = 0.82$$

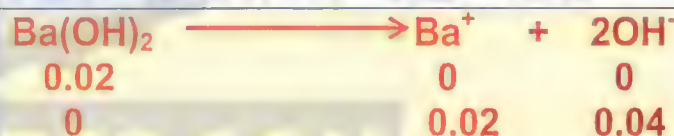
$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[\text{H}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{15 \times 10^{-2}}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{100 \times 10^{-14}}{15 \times 10^{-2}} = 6.67 \times 10^{-14}$$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{POH} = 14 - \text{PH} = 14 - 0.82 = 13.18$$



$$[\text{OH}^-] = 0.04 = 4 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{POH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{POH} = -(\log 4 \times 10^{-2})$$

$$\text{POH} = -(\log 4 + \log 10^{-2})$$

$$\text{POH} = -(0.6 - 2) = 1.4$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-2}}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{10 \times 10^{-15}}{4 \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-13} \text{ M}$$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{PH} = 14 - \text{POH} = 14 - 1.4 = 12.6$$

العلاقة بين PH و POH علاقة عكسية كلما زادت ال PH قلت ال POH والعكس صحيح

سؤال (3-15) كم هي كتلة هيدروكسيد

البوتاسيوم (M = 56g/mol) اللازم اضافتها

الى 200ml لتصبح قيمة PH = 11 ؟

الحل / ملاحظة هيدروكسيد البوتاسيوم قاعدة قوية احادية

الهيدروكسيد لذا بايجاد تركيز [OH⁻] = تركيز القاعدة.

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - PH = 14 - 11 = 3$$

$$[OH^-] = 10^{-POH}$$

$$[OH^-] = 10^{-3} = 0.001 M = [KOH]$$

نجد الكتلة من هذه العلاقة

$$m(g) = M(\text{mol/L}) \times M(\text{g/mol}) \times V(L)$$

$$V(L) = \frac{200 \text{ ml}}{1000 \text{ ml/l}} = 0.2L$$

$$m(g) = 0.001(\text{mol/L}) \times 56(\text{g/mol}) \times 0.2(L)$$

$$m(g) = 0.0112 \text{ g}$$

مثال اضافي 6 كم هي كتلة حامض

الكبريتيك (M = 98g/mol) اللازم اضافتها

الى 350ml لتصبح قيمة PH=2.4 علما ان

Log 4 = 0.6 ؟

الحل /

$$[H^+] = 10^{-PH}$$

$$[H^+] = 10^{-2.4 + 3 - 3}$$

$$[H^+] = 10^{0.6 - 3}$$

$$[H^+] = 4 \times 10^{-3} M = 0.004M$$

$$[H_2SO_4] = \frac{[H^+]}{2} = \frac{0.004}{2} = 0.002M$$

نجد الكتلة من هذه العلاقة

$$m(g) = M(\text{mol/L}) \times M(\text{g/mol}) \times V(L)$$

$$V(L) = \frac{350 \text{ ml}}{1000 \text{ ml/l}} = 0.35L$$

$$m(g) = 0.002\text{mol/L} \times 98 \text{ g/mol} \times 0.4(L)$$

$$m(g) = 0.0784 \text{ g}$$

سؤال (3-3) ما عدد غرامات CH₃COOH

(M=60g/mol) الواجب اضافتها الى 250mL

من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد

الاضافة 2.7 علما ان PKa للحامض = 4.74

$$\text{Log} 2 = 0.3 \quad \text{Log} 1.8 = 0.26$$

الحل /

$$[H^+] = 10^{-PH}$$

$$[H^+] = 10^{-2.7 + 3 - 3}$$

$$[H^+] = 10^{0.3 - 3}$$

$$[H^+] = 2 \times 10^{-3} M = 0.002M$$

$$Ka = 10^{-PKa}$$

$$Ka = 10^{-4.74 + 5 - 5}$$

$$Ka = 10^{0.26 - 5}$$

$$Ka = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$Ka = \frac{[H^+]^2}{Y}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(0.002)^2}{[Y]}$$

$$Y = \frac{(0.002)^2}{[1.8 \times 10^{-5}]}$$

$$Y = \frac{(4 \times 10^{-6})}{[1.8 \times 10^{-5}]}$$

$$Y = 2.2 \times 10^{-1} = 0.22 M$$

تركيز الحامض الابتدائي

نجد كتلة الحامض من العلاقة التالية

$$m = M(\text{mol/L}) \times M(\text{g/mol}) \times V(L)$$

$$V(L) = \frac{250 \text{ ml}}{1000 \text{ ml/L}} = 0.25 L$$

$$m = 0.22\text{mol/L} \times 60\text{g/mol} \times 0.25(L)$$

$$m = 3.3 \text{ g}$$

مثال اضافي 8 ماهي الكتلة المولية لحامض ضعيف تم اذابة 2.4g منه في 800ml للحصول على محلول PH له = 3 علما ان $K_a = 2 \times 10^{-5}$

$$[H^+] = 10^{-PH}$$

$$[H^+] = 10^{-3} = 0.001$$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{Y}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{(0.001)^2}{Y}$$

$$Y = \frac{(0.001)^2}{[2 \times 10^{-5}]} = \frac{(1 \times 10^{-6})}{[2 \times 10^{-5}]}$$

$$Y = 5 \times 10^{-2} = 0.05 \text{ M}$$

نجد الكتلة المولية للحامض من العلاقة التالية

$$m = M_{(mol/L)} \times M_{(g/mol)} \times V_{(L)}$$

$$M_{(g/mol)} = \frac{m}{M \times V}$$

$$V(L) = \frac{800 \text{ ml}}{1000 \text{ ml/L}} = 0.8 \text{ L}$$

$$M_{(g/mol)} = \frac{m}{M \times V}$$

$$M_{(g/mol)} = \frac{2.4 \text{ g}}{0.05 \text{ mol/L} \times 0.8 \text{ L}} = 60 \text{ g/mol}$$

مثال اضافي 11 ماهي الكتلة المولية لحامض قوي ثنائي البروتون كتلته 0.98g مذاب في 500 ml من الماء المقطر للحصول على محلول PH له = 1.4 علما ان $\log 4 = 0.6$

واجب / للتأكد من صحة الحل الجواب 98g/mol

مثال اضافي 7 ما عدد غرامات البردين C_5H_5N (M=79g/mol) الواجب اضافتها الى 400mL

من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الاضافة 10.6 علما ان PK_b للبردين = 6.4

$$\log 4 = 0.6$$

الحل / واجب ناتج الحل سيكون 12.64 g



مثال اضافي 10 ما حجم محلول حامض الفورميك HCOOH كتلته المولية (46 g / mol) وكتلته 23g ، $\text{POH} = 11.6$ و $K_a = 4 \times 10^{-5}$ علما ان $\text{Log}4 = 0.6$.

الحل / واجب للتأكد من صحة الحل الناتج 1.25L

مثال اضافي 9 احسب الكتلة المولية لقاعدة ضعيفة اذيب 3.95g منها في 500ml من الماء المقطر لجعل $\text{PH} = 10.3$

$$\log 2 = 0.3$$

$$\text{Log} 4 = 0.6$$

$$\text{PK}_b = 6.4$$

الحل /

$$m = M \times M \times V(L)$$

$$\longrightarrow M = \frac{m}{M \times V}$$

بما ان القاعدة ضعيفة فعليه

$$K_b = \frac{[\text{OH}]^2}{Y}$$

$$Y = \frac{[\text{OH}]^2}{K_b}$$

$$K_b = 10^{-K_b}$$

$$K_b = 10^{-6.4+7-7}$$

$$K_b = 10^{6.4-7}$$

$$K_b = 4 \times 10^{-7}$$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{POH} = 14 - \text{PH}$$

$$= 14 - 10.3$$

$$\text{POH} = 3.7$$

$$\text{OH} = 10^{-\text{POH}}$$

$$\text{OH} = 10^{-3.7+2-2}$$

$$\text{OH} = 10^{0.3-4}$$

$$\text{OH} = 2 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$Y = \frac{(2 \times 10^{-4})^2}{4 \times 10^{-7}} \Rightarrow Y = \frac{2 \times 10^{-8}}{2 \times 10^{-7}} = 0.1 \text{ M}$$

$$V(L) = 500 \text{ ml} \times \frac{1\text{L}}{1000\text{ml}}$$

$$= 0.5 \text{ L}$$

$$M = \frac{3.95}{0.1 \times 0.5}$$

$$M = 79 \text{ g / mol}$$

سؤال (22-3) احسب التغيير في الاس الهيدروجيني لمحلول من الفينول C_6H_5OH تركيزه 0.2M بعد تخفيفه بالماء 100 مرة علما ان ثابت تأين الفينول $= 1.3 \times 10^{-10}$

علما ان $\log 5 = 0.7$ $\sqrt{26} = 5.1$

اولا نحسب PH قبل التخفيف



$$K_a = \frac{[H^+][C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]}$$

$$1.3 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2 - X}$$

$$X^2 = 0.26 \times 10^{-10}$$

$$X^2 = 26 \times 10^{-12}$$

$$X = 5.1 \times 10^{-6} M = [H^+]$$

$$PH = -\log[H^+]$$

$$PH = -(\log 5.1 \times 10^{-6})$$

$$PH = -(\log 5.1 + \log 10^{-6})$$

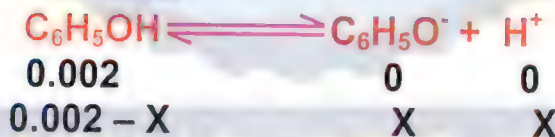
$$PH = -(0.7 - 6) = 5.3$$

ثانيا نحسب PH بعد التخفيف 100 مرة

$$\frac{M_1}{M_2} = \text{عدد مرات التخفيف}$$

$$M_2 = \frac{M_1}{\text{عدد مرات التخفيف}}$$

$$M_2 = \frac{0.2}{100} = 0.002$$



$$K_a = \frac{[H^+][C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]}$$

$$1.3 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.002 - X}$$

$$X^2 = 0.0026 \times 10^{-10}$$

$$X^2 = 26 \times 10^{-14}$$

$$X = 5.1 \times 10^{-7} M = [H^+]$$

$$PH = -\log[H^+]$$

$$PH = -(\log 5.1 \times 10^{-7})$$

$$PH = -(\log 5.1 + \log 10^{-7})$$

$$PH = -(0.7 - 7) = 6.3$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$\Delta PH = 6.3 - 5.3 = 1$$

3-6 التحلل المائي للاملاح

س/ ما المقصود بالتحلل المائي؟

ج / هو تفاعل المادة المراد اذابتها مع الماء حيث تتضمن التفاعل مع ايونات H^+ او OH^- .

انواع التحلل المائي.

هناك انواع من التحلل المائي يتضمن تفاعل الجذر السالب (القاعدة القريضة A^-) للحامض الضعيف مع جزئ الماء لتكوين جزئ الحامض غير المتفكك

مثال / تفاعل ايون الخلوات مع الماء.



تكون زيادة من OH^- لذلك يصبح المحلول قاعدي.

وهناك نوع اخر من التحلل المائي يتضمن تفاعل الجذر الموجب (الحامض القريين M^+) للقاعدة الضعيفة مع جزئ الماء لتكوين جزئ القاعدة الضعيفة غير المتفككة

مثال / تفاعل ايون الأمونيوم مع الماء.



تكون زيادة من H^+ لذلك يصبح المحلول حامضي.

انواع الاملاح.

1- املاح لقواعد قوية وحوامض قوية. املاح متعادلة

2- املاح لقواعد قوية وحوامض ضعيفة. املاح حامضية

3- املاح لقواعد ضعيفة وحوامض قوية. املاح قاعدية

4- املاح لقواعد ضعيفة وحوامض ضعيفة.

النوع الأول : املاح لقواعد قوية وحوامض قوية.

هي الاملاح الناتجة من الأيون الموجب للقاعدة القوية والايون السالب للحامض القوي وهو يعطي محاليل متعادلة (وذلك لان ليس لأيوناتها الموجبة او السالبة القابلية على التفاعل بشكل ملحوظ مع جزيئات الماء).

من الامثلة على هذه الاملاح KCl و $NaCl$ و $NaBr$ و K_2SO_4

بصورة عامة ان التقى احد الجذور للحوامض القوية مع احد الجذور للقاعدة القوية يتكون ملح متعادل مع بعض الاستثناءات (راجع بداية الملزمة لتحديد جذور الحوامض القوية والقواعد القوية)

علل 1 / $NaCl$ لا يؤثر على PH الماء؟

ج / لأنه ملح متعادل ناتج من تفاعل حامض قوي HCl مع قاعدة قوية $NaOH$

لذلك ليس لأيوناته الموجبة او السالبة على التفاعل بشكل ملحوظ مع جزيئات الماء.

علل 2 / الاملاح المشتقة من حامض قوي وقاعدة قوية متعادلة؟

ج / لذلك ليس لأيوناته الموجبة او السالبة على التفاعل بشكل ملحوظ مع جزيئات الماء.

النوع الثاني : املاح لقواعد قوية وحوامض ضعيفة

عند اذابة هذا النوع من الأملاح يكون المحلول ذو صفة قاعدية بسبب قابلية الأيون السالب للملح العائد للحمض الضعيف التفاعل مع أيونات H^+ في الماء لتكوين الحمض الضعيف وبالتالي تحصل زيادة في أيونات OH^- فتظهر الصفة القاعدية للمحلول ومن الأمثلة على هذه الأملاح $CH_3COONa - KCN$ بصورة عامة ان التقت جذور القواعد القوية مع جذور الحوامض الضعيفة .

علل 3/ عند ذوبان ملح خلات الصوديوم في الماء يتكون ملح قاعدي؟

ج/ لأنه ملح مشتق من قاعدة قوية وحمض ضعيف لذا فعند تفاعله مع الماء ستتفاعل أيونات الحمض السالبة (قاعدة قرينة قوية) مع أيونات H^+ وبذلك تنقص أيونات H^+ وسيصبح هناك فائض في أيونات OH^- ويصبح المحلول قاعدي.

علل 4/ الاملاح المشتقة من قاعدة قوية وحمض ضعيف املاح قاعدية؟

ج/ بسبب قابلية الأيون السالب للملح العائد للحمض الضعيف التفاعل مع أيونات H^+ في الماء لتكوين الحمض الضعيف وبالتالي تقل أيونات H^+ تحصل زيادة في أيونات OH^- فتظهر الصفة القاعدية للمحلول

علل 5/ عند ذوبان ملح فورمات البوتاسيوم $HCOOK$ في الماء تزداد قيمة PH ؟ وزاري 2003

ج/ واجب

النوع الثالث : املاح لقواعد ضعيفة وحوامض قوية.

عند اذابة هذا النوع من الأملاح يكون المحلول ذو صفة حامضية دائما بسبب قابلية الأيون الموجب للملح العائد للقاعدة الضعيفة التفاعل مع أيونات OH^- في الماء لتكوين القاعدة الضعيفة وبالتالي تحصل زيادة في أيونات H^+ فتظهر الصفة الحامضية للمحلول ومن الأمثلة على هذه الأملاح

$C_5H_5NHCl - NH_4Br - NH_4Cl$ بصورة عامة ان التقت جذور القواعد الضعيفة مع جذور الحوامض القوية .

علل 6/ عند ذوبان ملح نترات الامونيوم في الماء يتكون ملح حامضي؟

ج/ لأنه ملح مشتق من قاعدة ضعيفة وحمض قوي لذا فعند تفاعله مع الماء فان الايونات الموجبة العائدة للقاعدة الضعيفة (حامض قرين قوي) تتفاعل مع أيونات OH^- وبذلك تنقص أيونات OH^- وسيصبح هناك فائض في أيونات H^+ ويصبح المحلول حامضي.

علل 7/ الاملاح المشتقة من حامض قوي وقاعدة ضعيفة املاح حامضية؟

ج/ بسبب قابلية الأيون الموجب للملح العائد للقاعدة الضعيفة التفاعل مع أيونات OH^- في الماء لتكوين القاعدة الضعيفة وبالتالي تحصل زيادة في أيونات H^+ فتظهر الصفة الحامضية

علل 8/ عند ذوبان ملح كلوريد البيريديوم C_5H_5NHCl تقل قيمة PH ؟

ج/ واجب



3-8 المحاليل المنظمة (محلل بفر)

محلل بفر: محلل مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه او قاعدة ضعيفة مع احد املاحها ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة الاس الهيدروجيني PH عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي او قاعدة قوية.

محلل بفر يكون نوعين

1- حامض ضعيف وملحه وقانونه يكون بالصورة الآتية

$$PH = PK_a + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

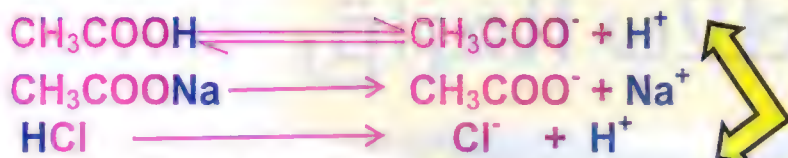
2- قاعدة ضعيفة وملحها وقانونها يكون بالصورة الآتية

$$POH = PK_b + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]}$$

عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي الى الماء تزداد تركيز H^+ بينما لا يتغير اضافة نفس الكمية من الحامض الى محلل بفر حامض ومنه زيادة ملحوظة والسبب ان ايون H^+ في محلل بفر لا يبقى حراً في المحلول حيث يتفاعل مع ايون الحامض الضعيف وبذلك لا تنخفض قيمة PH بل تبقى ثابتة.

حالات محلل بفر

1) اضافة احامض القوي الى محلل بفر (حامض ضعيف وملحه)

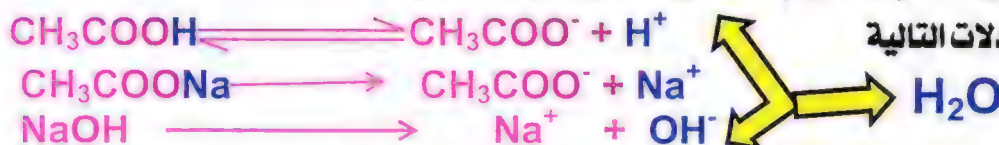


لاحظ المعادلات التالية

المؤثر هو الحامض القوي الذي يطلق ايونات H^+ فيزداد تركيزها وبالتالي سيؤدي الى ترجيح التفاعل الخلفي حسب قاعدة لوشاتلييه فيزداد تركيز الحامض ويقل تركيز الملح بمقدار الاضافة وسيكون القانون لهذه الحالة بالصورة التالية.

$$PH = PK_a + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] - [H^+]}{[\text{acid}] + [H^+]}$$

2) اضافة القاعدة القوية الى محلل بفر (حامض ضعيف وملحه)



لاحظ المعادلات التالية



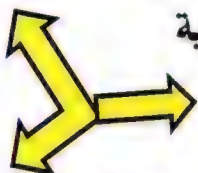
المؤثر هو القاعدة القوية التي تطلق ايونات OH^- وتتحد مع ايونات H^+ الصادرة من الحامض الضعيف لانتاج الماء اي يقل تركيز $[H^+]$ وحسب قاعدة لوشاتلييه يترجح التفاعل الامامي فيقل تركيز الحامض ويزداد تركيز الملح بمقدار الاضافة ويكون القانون كالاتي

$$PH = PK_a + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] + [OH^-]}{[\text{acid}] - [OH^-]}$$

(3) اضافة احمض قوي الى محلول بفر (قاعدة ضعيفة وملحها)



لاحظ المعادلات التالية



عند اضافة حامض HCl سوف يطلق ايونات $[\text{H}^+]$ التي ستتفاعل مع ايونات الهيدروكسيد لتكوين الماء وبالتالي يقل تركيز $[\text{OH}^-]$ ويترجع التفاعل الامامي للقاعدة للتعويض عن النقص الحاصل فيقل تركيز القاعدة ويزداد تركيز الملح بقدر الاضافة.

$$\text{POH} = \text{PK}_b + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] + [\text{H}^+]}{[\text{base}] - [\text{H}^+]}$$

(4) اضافة القاعدة القوية الى محلول بفر (قاعدة ضعيفة وملحها)



لاحظ المعادلات التالية

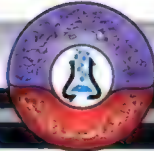


عند اضافة القاعدة سوف يطلق ايونات $[\text{OH}^-]$ التي تؤدي الى زيادة في ايونات $[\text{OH}^-]$ ويترجع التفاعل الخلفي لتعويض لزيادة الحاصلة حسب قاعدة لي شاتليه للقاعدة للتعويض عن النقص الحاصل فيقل تركيز الملح بقدر الاضافة.

$$\text{POH} = \text{PK}_b + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] - [\text{OH}^-]}{[\text{base}] + [\text{OH}^-]}$$

خلاصة قوانين الايون المشترك وبفر

قاعدة ضعيفة وملحها	حامض ضعيف وملحه
$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{base}]}{[\text{salt}]}$	$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{acid}]}{[\text{salt}]}$
$\text{POH} = \text{PK}_b + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]}$	$\text{PH} = \text{PK}_a + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$
اضافة حامض قوي الى هذا النوع	اضافة حامض قوي الى هذا النوع
$\text{POH} = \text{PK}_b + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] + [\text{H}^+]}{[\text{base}] - [\text{H}^+]}$	$\text{PH} = \text{PK}_a + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] - [\text{H}^+]}{[\text{acid}] + [\text{H}^+]}$
اضافة قاعدة قوية الى هذا النوع	اضافة قاعدة قوية الى هذا النوع
$\text{POH} = \text{PK}_b + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] - [\text{OH}^-]}{[\text{base}] + [\text{OH}^-]}$	$\text{PH} = \text{PK}_a + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] + [\text{OH}^-]}{[\text{acid}] - [\text{OH}^-]}$



الامثلة والتمارين واسئلة الكتاب الخاصة بمحلول بفر

مثال 3-9 احسب تراكيز H^+ و PH لمحلول مكون من $0.1M$ حامض الخليك و $0.2M$ خلات الصوديوم علما ان $K_a = (CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ علما ان $\log 9 = 0.954$

الحل / المحلول محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه وعليه:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]}$$

$$[H^+] = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{[0.1]}{[0.2]}$$

$$[H^+] = 0.9 \times 10^{-5}$$

$$[H^+] = 9 \times 10^{-6} M$$

$$PH = -\log [H^+]$$

$$PH = -(\log 9 \times 10^{-6})$$

$$PH = -(\log 9 + \log 10^{-6})$$

$$PH = -(0.954 - 6) = 5.046$$

تكملة تمرين (3-13)

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$K_b = \frac{x^2}{(0.15-x)}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{(0.15-x)}$$

$$x^2 = 0.27 \times 10^{-5}$$

$$x^2 = 2.7 \times 10^{-6}$$

$$x = 1.6 \times 10^{-3} M = [OH^-]$$

$$POH = -\log [OH^-]$$

$$POH = -(\log 1.6 \times 10^{-3})$$

$$POH = -(\log 1.6 + \log 10^{-3})$$

$$POH = -(0.2 - 3) = 2.8$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - POH$$

$$PH = 14 - 2.8 = 11.2$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$\Delta PH = 11.2 - 8.96 = 2.24$$

المقارنة:- نلاحظ ان PH قلت بوجه الامونيا والملح الجامضي لان الايون الموجب الهائد للملح الجامضي OH^- تقل مع ايونات OH^- تقل PH تقل

تمرين 3-9 احسب قيمة PH لمحلول

يحتوي NH_3 بتركيز $0.15M$ و NH_4Cl بتركيز $0.3M$ وقارن النتيجة مع PH محلول الامونيا ذو تركيز $0.15M$

علما ان $PK_b = 4.74$ ($\log 1.6 = 0.2$) ($\log 2 = 0.3$) ($\sqrt{2.7} = 1.6$) ($\log 1.8 = 0.26$)

الحل / المحلول الاول محلول بفر قاعدة ضعيفة وملحها

$$POH = PK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH = 4.74 + \log \frac{[0.30]}{[0.15]}$$

$$POH = 4.74 + \log 2$$

$$POH = 4.74 + 0.3 = 5.04$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - POH = 14 - 5.04 = 8.96$$

المحلول الثاني محلول الامونيا فقط.



يجب حساب K_b اعتمادا على PK_b

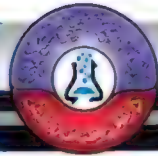
$$K_b = 10^{-PK_b}$$

$$K_b = 10^{-4.74 + 5 - 5}$$

$$K_b = 10^{0.26} \times 10^{-5}$$

$$K_b = 1.8 \times 10^{-5}$$





تمرين 10-3 ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضافة الى الحامض ملح

خلات الصوديوم بتركيز 0.3M علما ان قيمة PH للمحلول تساوي 4.31 و $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل / المحلول بفر من قاعدة ضعيفة وملحها

$$\text{Log } 1.8 = 0.26 \quad (\text{PK}_b \text{ NH}_3 = 4.74)$$

لذا يجب التحويل من PH الى POH

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{POH} = 14 - \text{PH}$$

$$\text{POH} = 14 - 9 = 5$$

$$\text{POH} = \text{PK}_b + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{base}]}$$

$$5 = 4.74 + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{base}]}$$

$$0.26 = \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{0.1}$$

$$\text{Log } 1.8 = \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{0.1}$$

$$[\text{Salt}] = 1.8 \times 0.1 = 0.18 \text{ mol/L}$$

ملاحظة مهمة
بما ان المحلول يتكون من قاعدة وملحها الحامضي يتم التعامل مع POH وليس PH لذا قمنا بعملية التحويل

الحل / المحلول بفر من حامض ضعيف وملحها

الحل / المحلول بفر من حامض ضعيف وملحها

$$\text{Log } 1.8 = 0.26 \quad \text{Log } 0.37 = -0.43$$

$$\text{PH} = \text{PK}_a + \text{Log} \frac{[\text{Salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$\text{PK}_a = -(\text{Log } K_a) = -(\text{Log } 1.8 \times 10^{-5})$$

$$\text{PK}_a = -(\text{Log } 1.8 + \text{Log } 10^{-5})$$

$$\text{PK}_a = -(0.26 - 5) = 4.74$$

$$4.31 = 4.74 + \text{Log} \frac{[0.3]}{[\text{acid}]}$$

$$-0.43 = \text{Log} \frac{[0.3]}{[\text{acid}]}$$

$$\text{Log } 0.37 = \text{Log} \frac{0.3}{[\text{acid}]}$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

$$[\text{acid}] = \frac{0.3}{0.37} = 0.81$$

مثال اضافي 11 احسب كتلة ملح خلالات الصوديوم ($M = 82 \text{ g/mol}$) اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول 0.125M من حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة

PH = 4.74 علما ان $\text{PK}_a = 4.74$

الحل / يمكن حساب التركيز المولاري للملح من هذه العلاقة

$$\text{PH} = \text{PK}_a + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$4.74 = 4.74 + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[0.125]}$$

$$4.74 - 4.74 = \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[0.125]}$$

$$\text{Log } 1 = \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[0.125]}$$

$$[\text{salt}] = 0.125 \times 1 = 0.125 \text{ M}$$

نستخرج كتلة الملح من هذه العلاقة التالية

$$m_{(g)} = M_{(mol/L)} \times M_{(g/mol)} \times V_{(L)}$$

$$m_{(g)} = 0.125_{(mol/L)} \times 82_{(g/mol)} \times 1_{(L)} = 10.25 \text{ g}$$

السؤال 11-3 أحسب كتلة كلوريد الامونيوم ($M=53.5\text{g/mol}$) الواجب اضافتها الى 500 ml من محلول 0.15 M امونيا لجعل قيمة $\text{PH} = 9$ علما ان $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ $\text{Log } 1.8 = 0.26$

الحل/

$$\begin{aligned} \text{PK}_b &= -(\text{Log } K_b) \\ \text{PK}_b &= -(\text{Log } 1.8 \times 10^{-5}) \\ \text{PK}_b &= -(1.8 + \text{Log } 10^{-5}) \\ \text{PK}_b &= -(0.26 - 5) = 4.74 \\ \text{PH} + \text{POH} &= 14 \\ \text{POH} &= 14 - \text{PH} \\ \text{POH} &= 14 - 9 = 5 \\ \text{POH} &= \text{PK}_b + \text{Log } \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]} \\ 5 &= 4.74 + \text{Log } \frac{[\text{salt}]}{[0.15]} \\ 0.26 &= \text{Log } \frac{[\text{salt}]}{[0.15]} \\ \text{Log } 1.8 &= \text{Log } \frac{[\text{salt}]}{[0.15]} \\ [\text{salt}] &= 0.15 \times 1.8 = 0.27\text{M} \\ V(\text{L}) &= \frac{500 \text{ mL}}{1000 \text{ mL/L}} = 0.5\text{L} \end{aligned}$$

نستخرج كتلة الملح من هذه العلاقة التالية

$$\begin{aligned} m(\text{g}) &= M(\text{mol/L}) \times M(\text{g/mol}) \times V(\text{L}) \\ m(\text{g}) &= 0.27(\text{mol/L}) \times 53.5(\text{g/mol}) \times 0.5(\text{L}) = 7.22 \text{ g} \end{aligned}$$

السؤال (9-3) اذا كانت هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو $\text{PH} = 9$ ناتج من مزج NH_3 مع NH_4Cl كم يجب ان تكون النسبة بين $\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$ علما ان $\text{PK}_b = 4.74$ علما ان $\text{Log } 1.82 = 0.26$

الحل/ المحلول ناتج من قاعدة ضعيفة وملحها لذا يجب إيجاد قيمة POH

$$\begin{aligned} \text{PH} + \text{POH} &= 14 \\ \text{POH} &= 14 - \text{PH} = 14 - 9 = 5 \\ \text{POH} &= \text{PK}_b + \text{Log } \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]} \\ 5 &= 4.74 + \text{Log } \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} \\ \text{Log } \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} &= 5 - 4.74 \\ \text{Log } \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} &= 0.26 \\ \text{Log } \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} &= \text{Log } 1.82 \end{aligned}$$



تمرين (3-11) ما هو التأثير الناتج من إضافة 0.5 mol من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا تركيز 0.1 M على درجة تفكك القاعدة $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ الحـلـ / نحسب درجة التفكك قبل إضافة الملح.



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{(0.1 - X)} \rightarrow \text{يهم}$$

$$X^2 = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$X = 1.3 \times 10^{-3} \text{ M} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{عند الاتزان} = \frac{[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3] \text{الابتدائي}} = \text{درجة التفكك}$$

$$= \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = 1.3 \times 10^{-2}$$

نحسب درجة التفكك بعد إضافة الملح.

لان الحجم لترواحد $[\text{base}] = 0.5 \text{ M}$

$$[\text{OH}] = K_b \times \frac{[\text{base}]}{[\text{salt}]}$$

$$\rightarrow [\text{OH}] = \frac{1.8 \times 10^{-5} \times 10^{-1}}{0.5} = 3.6 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{عند الاتزان} = \frac{[\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3] \text{الابتدائي}} = \text{درجة التفكك}$$

$$\text{درجة التفكك} = \frac{3.6 \times 10^{-6}}{0.1} = 3.6 \times 10^{-5}$$

نلاحظ ان درجة تفكك القاعدة قد قلت نتيجة نقص تركيز ايون الهيدروكسيد عند الاتزان

ملاحظة :- نفس هذا التمرين اعلاه قد ورد وزاريا لكن بتغير بسيط انه لم يعطي المعلوم للمضاف مول ولكن اعطاه بالغرامات واعطى الكتلة المولية له لذا حساب تركيز المضاف يكون

بالاعتماد على هذا القانون

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol) \times V_L}$$

السؤال (23-3) محلول من حامض ضعيف النسبة المئوية لتأينه 1% و $\text{PH}=2.7$ مزج مع ملحه المشتق منه تركيزه 0.1M ما PH المحلول الناتج بعد المزج
الحل / أولا نستخرج من PH تركيز H^+

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] &= 10^{-\text{PH}} \\ [\text{H}^+] &= 10^{-2.7+3-3} \\ [\text{H}^+] &= 10^{0.3-3} \\ [\text{H}^+] &= 2 \times 10^{-3} \text{ M} = 0.002\text{M} \end{aligned}$$

النسبة المئوية للتفكك = $100 \times \frac{[\text{H}^+]}{[\text{التركيز الابتدائي}]}$

$$\% 100 \times \frac{0.002}{Y} = \% 1$$

التركيز الابتدائي للحامض للضعيف $Y = 0.2$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{Y}$$

$$K_a = \frac{(0.002)^2}{0.2}$$

$$K_a = \frac{(4 \times 10^{-6})}{(2 \times 10^{-1})} = 2 \times 10^{-5}$$

$$\text{PK}_a = -(\text{Log } K_a)$$

$$\text{PK}_a = -(\text{Log } 2 \times 10^{-5})$$

$$\text{PK}_a = -(\text{Log } 2 + \text{Log } 10^{-5})$$

$$\text{PK}_a = -(0.3 - 5) = 4.7$$

$$\text{PH} = \text{PK}_a + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$\text{PH} = 4.7 + \text{Log} \frac{[0.1]}{[0.2]}$$

$$\text{PH} = 4.7 + (\text{Log } 1 - \text{Log } 2)$$

$$\text{PH} = 4.7 + (0 - 0.3)$$

$$\text{PH} = 4.7 - 0.3 = 4.4$$

الامثلة والتمارين واسئلة الكتاب الخاصة بمحلول بفر لثلاث مواد

ملاحظة مهمة جدا :- قبل الدخول الى مسائل اضافة الالكتروليت القوي الى الايون المشترك لتكوين المحلول المنظم من بفر تكون الاضافة 3 انواع.

1. اضافة حجمية مولارية حيث يعطى المضاف بحجم صغير جدا من 10ml - 1ml وتركيز كبير جدا (1M - 10M) هنا قبل البدء بتطبيق القانون المناسب يجب ايجاد التركيز الجديد للمضاف من خلال العلاقة

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

حجم بفر التركيز الجديد للمضاف = حجم المضاف القوي قبل الاضافة تركيز المضاف القوي قبل الاضافة

همسة 1: ان V_2 هي بالحقيقة حجم المضاف + حجم بفر ولكن بما ان المضاف كمية قليلة جدا يهمل حجم المضاف ويعتبر V_2 هو حجم بفر المعطى بالسؤال.

همسة 2: يجب ان يكون V_1 و V_2 بنفس الوحدة وانا كائنات مختلفتان بالوحدة يمكن تحويل اي منهما الى وحدة ml او L ويفضل بوحدة ال ml

2. اضافة غرامية حيث يعطى المضاف بوحدة g وتعطى الكتلة المولية له وحجم بفر بالسؤال هنا قبل البدء بتطبيق قانون بفر يجب ايجاد التركيز للمضاف من خلال العلاقة

$$M = \frac{m_{\text{المضاف}}}{M_{\text{المضاف}} \times V_{(L)} \text{ بفر}}$$

3. اضافة مولية حيث يعطى المضاف بوحدة mol قبل البدء بتطبيق قانون بفر يجب ايجاد التركيز للمضاف من خلال العلاقة.

$$M = \frac{n_{\text{المضاف}}}{V_{(L)} \text{ بفر}}$$

واحيانا يعطى المضاف بوحدة مولاري صغير ولا يعطى حجم له يطبق هذه الرقم مباشرة في القانون المناسب.

انتبه :- تأكد ان المضاف القوي احادي او ثنائي لانه اذا كان ثنائي لايجاد تركيز $[H^+]$ او $[OH^-]$ نضرب تركيز الالكتروليت القوي الذي استخرجناه $\times 2$ لان الذي يعوض القوانين هو تراكيز $[H^+]$ او $[OH^-]$ وليس تركيز الحامض او القاعدة.

مثال 3-11 أحسب قيمة PH بعد إضافة 1ml من حامض HCl

تركيزه 10 M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك

تركيزه 0.1M و خلاص الصوديوم تركيزها 0.1M

علما ان $PKa = 4.74$ $Log 8.1 = 0.91$

الحل / ان المضاف هو حامض الهيدروكلوريك يحسب له التركيز الجديد بعد الإضافة

$$V_2 = 1L \times 1000 \text{ ml/L} = 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$M_2 = \frac{V_1 M_1}{V_2} = \frac{1 \text{ ml} \times 10M}{1000 \text{ ml}} = 0.01 = [H^+]$$

من معلومات السؤال هذا النوع هو إضافة حامض قوي لمحلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه وقانونه بالصورة التالية

$$PH = PKa + \text{Log} \frac{[Salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]}$$

$$PH = 4.74 + \text{Log} \frac{(0.10) - (0.01)}{(0.10) + (0.01)}$$

$$PH = 4.74 + \text{Log} \frac{0.09}{0.11}$$

$$PH = 4.74 + \text{Log} 0.81$$

$$PH = 4.74 + \text{Log} 8.1 \times 10^{-1}$$

$$PH = 4.74 + (\text{Log} 8.1 + \text{Log} 10^{-1})$$

$$PH = 4.74 + (0.91 - 1)$$

$$PH = 4.74 - (0.09) = 4.65$$

خطوات حل هذا نوع من المسائل.

1) ان حجم الحامض القوي او القاعدة القوية المضاف سيتغير وبالتالي سيتغير تركيزهما وعليه يجب إيجاد التركيز الجديد بعد الإضافة باستخدام هذه العلاقة

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

بعد الإضافة قبل الإضافة

2) المفروض ان $V_2 =$ حجم الحامض + حجم محلول بفر ولكن اذا كان حجم المضاف صغير جدا

من 1ml الى 5ml فتهمل هذه الإضافة ويكون V_2 هو نفسه حجم المحلول.

3) بعد الانتهاء من إيجاد تركيز المضاف نحدد اي نوع من الانواع الاربعة ونطبق له القانون المناسب.

4) الحامض او القاعدة المضاف تركيزهما الجديد هو من سيعوض مكان $[H^+]$ او $[OH^-]$ في القانون المناسب.



تمرين (12-3) احسب قيمة PH

(أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1M وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.1M
(ب) لنفس المحلول لكن بعد اضافة 1ml من H_2SO_4 تركيز 10 M ثم احسب التغير في

PH وناقش النتيجة علما ان $PK_b = 4.74$ $Log 1.5 = 0.18$

(أ) الحل / المحلول مكون من قاعدة ضعيفة وملحها وقانونه سيكون بالصورة التالية

$$POH = PK_b + Log \frac{[Salt]}{[base]}$$

$$POH = 4.74 + Log \frac{0.1}{0.1}$$

$$POH = 4.74$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - POH$$

$$PH = 14 - 4.74 = 9.26$$

حل فرع ب) ان المضاف هو حامض الكبريتيك القوي ويحسب له التركيز بعد الاضافة

$$V_2 = 1L \times 1000 \text{ ml/L} = 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$M_2 = \frac{V_1 M_1}{V_2} = \frac{1 \text{ ml} \times 10M}{1000 \text{ ml}} = 0.01 M [H_2SO_4]$$



$$POH = PK_b + Log \frac{[Salt] + [H^+]}{[base] - [H^+]}$$

$$POH = 4.74 + Log \frac{(0.1) + (0.02)}{(0.1) - (0.02)}$$

$$POH = 4.74 + Log \frac{0.12}{0.08}$$

$$POH = 4.74 + Log 1.5$$

$$POH = 4.74 + 0.18 = 4.92$$

$$PH = 14 - 4.92 = 9.08$$

$$\Delta PH = 9.08 - 9.26 = -0.18$$

المناقشة:- ان المؤثر هو الحامض الذي يطلق ايونات H^+ فيتحد مع ايونات OH^- وبالتالي يقل تركيز OH^- يزداد تركيز H^+ يقل PH لان العلاقة عكسية.

ملاحظة من نار :- قد ياتي السؤال اعلاه بهذه الصيغة الاتية احسب مقدار التغير في PH بعد اضافة 1ml من H_2SO_4 تركيز 10 M الى لتر من محلول بفر مكون من الامونيا وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.1M.

حل السؤال يكون ايضا بايجاد PH قبل الاضافة و PH بعد الاضافة اي الحل بنفس الخطوات خل نجيبها بالعامية في مسائل بفر من نشوف احسب مقدار التغير في PH نحل بفر ابو مادتين وبفر ابو 3 مواد.

سؤال (8-3) أ- ما قيمة الاس الهيدروجيني لمزيج بفرى مكون من حامض النتروز HNO_2 بتركيز 0.12M ونترىت الصوديوم NaNO_2 بتركيز 0.15M علما ان $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$

للفائدة ($\text{Log} 4.5 = 0.65$) - ($\text{Log} 1.25 = 0.1$) - ($\text{Log} 1.84 = 0.265$)

الحل / المحلول بفرى ناتج من حامض ضعيف وملحه

$$\text{PH} = \text{PKa} + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]}$$

$$\text{PKa} = -(\text{Log } K_a)$$

$$\text{PKa} = -(\text{Log } 4.5 \times 10^{-4})$$

$$\text{PKa} = -(\text{Log } 4.5 + \text{Log } 10^{-4})$$

$$\text{PKa} = -(0.65 - 4) = 3.35$$

$$\text{PH} = 3.35 + \text{Log} \frac{[0.15]}{[0.12]}$$

$$\text{PH} = 3.35 + \text{Log } 1.25$$

$$\text{PH} = 3.35 + 0.1 = 3.45$$

ب) أحسب قيمة PH المحلول الناتج بعد إضافة 1.0g من هيدروكسيد الصوديوم NaOH كتله المولية 40g/mol الى لتر واحد من محلول بفرى اعلاه.

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol) \times V_L}$$

$$M = \frac{1m(g)}{40(g/mol) \times 1L} = 0.025\text{ M}$$

ان المضاف هو قاعدة قوية الى محلول بفرى حامض ضعيف وملحه وعليه القانون سيكون

$$\text{PH} = \text{PKa} + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] + [\text{OH}^-]}{[\text{acid}] - [\text{OH}^-]}$$

$$\text{PH} = 3.35 + \text{Log} \frac{[0.15] + [0.025]}{[0.12] - [0.025]}$$

$$\text{PH} = 3.35 + \text{Log} \frac{(0.175)}{(0.095)}$$

$$\text{PH} = 3.35 + \text{Log } 1.84$$

$$\text{PH} = 3.350 + 0.265 = 3.615$$

سؤال (3- 19) محلول بفر مكون من $0.02M$ من NH_4Cl , $0.01M$ من NH_3 اضيف الى لتر من المحلول $1ml$ من KOH تركيز $10 M$ احسب مقدار التغير في PH علما ان $Log 2 = 0.3$ $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

$$POH = PK_b + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[\text{base}]}$$

$$PK_b = -(\text{Log} K_b)$$

$$PK_b = -(\text{Log} 1.8 \times 10^{-5})$$

$$PK_b = -(\text{Log} 1.8 + \text{Log} 10^{-5})$$

$$PK_b = -(0.26 - 5) = 4.74$$

$$POH = PK_b + \text{Log} \frac{[0.02]}{[0.01]}$$

$$POH = 4.74 + \text{Log} 2$$

$$POH = 4.74 + 0.30 = 5.04$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - POH$$

$$PH = 14 - 5.04 = 8.96$$

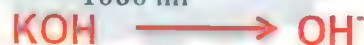
موقع طلاب العراق www.iq-res.com www.iqres.com قاتلنا على التلي كرام

ثانيا نجيب PH بعد الاضافة ان المضاف هو KOH القوي ويحسب له التركيز بعد الاضافة

$$V_2 = 1L \times 1000 \text{ ml/L} = 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$M_2 = \frac{V_1 M_1}{V_2} = \frac{1 \text{ ml} \times 10M}{1000 \text{ ml}} = 0.01 M [KOH]$$



$$0.01 \quad 0$$

$$0 \quad 0.01$$

$$POH = PK_b + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] - [OH^-]}{[\text{base}] + [OH^-]}$$

$$POH = 4.74 + \text{Log} \frac{(0.02) - (0.01)}{(0.01) + (0.01)}$$

$$POH = 4.74 + \text{Log} \frac{0.01}{0.02}$$

$$POH = 4.74 + (\text{Log} 1 - \text{Log} 2)$$

$$POH = 4.74 + (0 - 0.3)$$

$$POH = 4.44$$

$$PH = 14 - 4.44 = 9.56$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

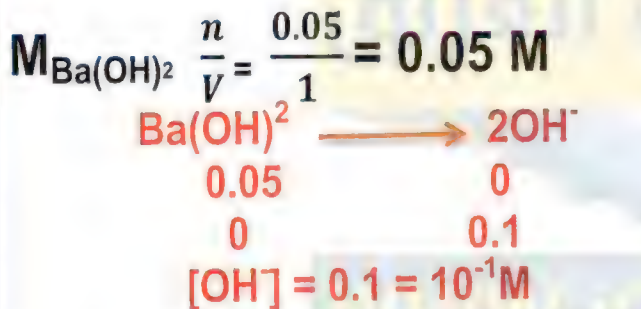
$$\Delta PH = 9.56 - 8.96 = 0.6$$

السؤال (24-3) اضيف 0.05mol من محلول $Ba(OH)_2$ مرة الى لتر من الماء المقطر ومرة اخرى الى لتر من محلول مكون من HCN و $NaCN$ كل منهما بتركيز 0.3M كم سيكون مقدار التغير في قيمة PH في الحالتين علما ان Ka للحمض $= 6 \times 10^{-10}$

ثانيا في محلول بفر
نجد PH قبل الاضافة

$$\begin{aligned} PKa &= -(\text{Log } Ka) \\ PKa &= -(\text{Log } 6 \times 10^{-10}) \\ PKa &= -(\text{Log } 6 + \text{Log } 10^{-10}) \\ PKa &= -(0.78 - 10) = 9.22 \\ PH &= PKa + \text{Log} \frac{[\text{salt}]}{[\text{acid}]} \\ PH &= 9.22 + \text{Log} \frac{[0.3]}{[0.3]} \\ PH &= 9.22 + \text{Log } 1 \\ PH_1 &= 9.22 + 0 = 9.22 \end{aligned}$$

نجد PH بعد الاضافة



$$PH = PKa + \text{Log} \frac{[\text{Salt}] + [OH^-]}{[\text{acid}] - [OH^-]}$$

$$PH = 9.22 + \text{Log} \frac{[0.3] + [0.1]}{[0.3] - [0.1]}$$

$$PH = 9.22 + \text{Log} \frac{(0.4)}{(0.2)}$$

$$PH = 9.22 + \text{Log } 12$$

$$PH_2 = 9.22 + 0.3 = 9.52$$

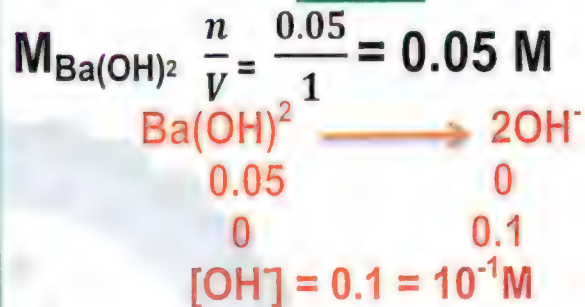
$$PH = PH_2 - PH_1 =$$

$$\Delta PH = 9.52 - 9.22 = 0.3$$

اولا بالماء المقطر

بما ان الاضافة للماء المقطر فعليه

$$PH_1 = 7$$



$$POH = -\text{Log } [OH^-]$$

$$POH = -(\text{Log } 10^{-1})$$

$$POH = 1$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - POH$$

$$PH_2 = 14 - 1 = 13$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 =$$

$$\Delta PH = 13 - 7 = 6$$



مثال اضافي 12 احسب مقدار التغير في PH محلول بفر مكون من حامض ضعيف (0.4M) وملحه (0.6M) بعد اضافة 0.1 mol من H_2CrO_4 الى لتر من المحلول.

علما ان : $PKa = 7.3$ $\log 3 = 0.47$ $\log 2 = 0.3$
الحل / اولا ايجاد PH قبل الاضافة

$$\begin{aligned} PH &= PKa + \log \frac{[Salt]}{[acid]} \\ PH &= 7.3 + \log \frac{0.6}{0.4} \\ PH &= 7.3 + \log \frac{0.6}{0.4} \\ PH &= 7.3 + \log \frac{3}{2} \\ PH &= 7.3 + (\log 3 - \log 2) \\ PH &= 7.3 + (0.47 - 0.30) \\ PH &= 7.3 + 0.17 \\ PH_1 &= 7.47 \end{aligned}$$

ثانيا ايجاد PH بعد الاضافة

لان الحجم لتر واحد $[H_2CrO_4] = n = 0.1M$
 $[H^+] = 0.1 \times 2 = 0.2M$

وعليه

$$\begin{aligned} PH &= PKa + \log \frac{[Salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]} \\ PH &= 7.3 + \log \frac{0.6 - 0.2}{0.4 + 0.2} \\ PH &= 7.3 + \log \frac{0.4}{0.6} \\ PH &= 7.3 + \log \frac{2}{3} \\ PH &= 7.3 + (\log 2 - \log 3) \\ PH &= 7.3 + (0.30 - 0.47) \\ PH_2 &= 7.30 + (-0.17) = 7.13 \\ \Delta PH &= PH_2 - PH_1 \\ \Delta PH &= 7.13 - 7.47 \\ \Delta PH &= -0.34 \end{aligned}$$

امناقشت ان طلبت : نلاحظ ان PH قلت باضافة حامض H_2CrO_4 لانه يعطي ايونات H^+ التي

تتفاعل مع OH^- تقلل OH^- تزداد H^+ وبذلك يقل PH.

مثال اضافي 13 احسب مقدار التغير في P^H محلول بفر مكون من قاعدة ضعيفة $0.2M$ وملحها $0.5M$ بعد اضافة $3.7g$ من $Ca(OH)_2$ ($M = 74g/mol$) الى لتر من المحلول ؟

علما ان $\log 4 = 0.6$ $\log 5 = 0.7$ $\text{Log} 3 = 0.47$ $\text{Log} 2 = 0.3$ $PK_b = 5.9$

$$\Delta P^H = 0.27$$

واجب / للتأكد من الحل الجواب



WWW.IQ-RES.COM



@IQRES



/iQRES

موقع طلاب العراق

مثال اضافي 14 ما عدد مولات هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ اللازم اضافتها الى لتر

من محلول قاعدة ضعيفة (0.2M) وملحها (0.6M) لتصبح قيمة $PH = 8.07$

علما ان $\log \frac{1}{3} = 0.47$ $\log 4 = 0.6$ $K_b = 4 \times 10^{-7}$

الحل / المحلول بفر لثلاث مواد من قاعدة ضعيفة وملحها والمضاف قاعدة قوية

$$POH = PK_b + \log \frac{[salt] - [OH^-]}{[salt] - [OH^-]}$$

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - PH$$

$$POH = 14 - 8.7 = 5.93$$

$$PK_b = -\log K_b$$

$$PK_b = -(\log 4 \times 10^{-7})$$

$$PK_b = (\log 4 + \log 10^{-7})$$

$$PK_b = -(0.6 - 7) = 6.4$$

$$5.93 = 6.40 + \log \frac{0.6 - X}{0.2 + X}$$

$$5.93 - 6.40 = \log \frac{0.6 - X}{0.2 + X}$$

$$-0.47 = \log \frac{0.6 - X}{0.2 + X}$$

$$\log \frac{1}{3} = \log \frac{0.6 - x}{0.2 + x}$$

$$0.2 + x = 1.8 - 3x$$

$$4X = 1.6$$

$$X = \frac{1.6}{4} = 0.4 \text{ M} = [OH^-]$$

$$Ba(OH)_2 = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ M}$$

$$n Ba(OH)_2 = 0.2 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 0.2 \text{ mol}$$

ملاحظة صلب
انتبه جيدا انتبه مرة اخرى
من يوبس الرقعة قاعدة قوية
تتكون من هيدروكسيد الباريوم
الذي يمتزج مع حمض
في 2 اما من عدنا تركيز
القاعدة القوية الضعيفة ونريد
تركيز ال 1 الى بنهي الحالة
نضرب في 2





مثال اضافي 15 ما هي كتلة حامض H_2SO_4 ($M = 98 \text{ g / mol}$) اللازم اضافتها الى 600

ml من محلول بفر مكون من حامض ضعيف (0.4M) وملحه (0.8M) لتصبح $PH = 7.3$

علما ان $\log 5 = 0.7$ و $K_a = 5.10^{-8}$

واجب / للتأكد من الحل الجواب 5.88g



WWW.IQ-RES.COM



@IQRES



/IQRES

موقع طلاب العراق



ملازم دار المغرب

التخفيف بالماء او ما يعرف بالاضافة او المزج

ملاحظات عن التخفيف بالماء .

اضافة حامض او قاعدة قويين او ضعيفين الى حجم معين من الماء.

خطوات حل هذا النوع من التخفيف

1. نحسب V_2 وهو حجم الحامض او القاعدة . حجم الماء ولكن ان كان المضاف حجم قليل جدا فنعتبر حجم الماء هو V_2
2. نطبق قانون التخفيف المعروف (بعد الاضافة) $V_1 M_1 = V_2 M_2$ (قبل الاضافة)
3. بعد ايجاد التركيز الجديد للالكتروليت المعطى بالسؤال نجد المطلوب من السؤال بالخطوات السابقة المعروفة للالكتروليت .

حل اسئلة الفصل الخاصة بالتخفيف

سؤال 2-3 جد مقدار التغير في قيمة PH للماء عند اضافة الى لتر منه المحاليل التالية

1mL من NaOH تركيزه 10 M

الحل /

بما ان الاضافة الى الماء اذا PH = 7

$$V_{(H_2O)} = 1L \times 1000 \text{ ml/L} = 1000 \text{ mL}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$M_2 = \frac{M_1 V_1}{V_2}$$

$$M_2 = \frac{10 \times 1}{1000} = 0.01 \text{ M}$$



$$[\text{OH}] = 0.01 \text{ M} = 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{POH} = -\text{Log} [\text{OH}]$$

$$\text{POH} = -\text{Log} 10^{-2}$$

$$\text{POH} = 2$$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{PH} = 14 - \text{POH} \longrightarrow \text{PH} = 14 - 2 = 12$$

$$\Delta \text{PH} = \text{PH}_2 - \text{PH}_1$$

$$\Delta \text{PH} = 12 - 7$$

$$\Delta \text{PH} = 5$$

1mL من HCl تركيزه 10 M

الحل /

بما ان الاضافة الى الماء اذا PH = 7

$$V_{(H_2O)} = 1L \times 1000 \text{ ml/L} = 1000 \text{ mL}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$M_2 = \frac{M_1 V_1}{V_2}$$

$$M_2 = \frac{10 \times 1}{1000} = 0.01 \text{ M}$$



$$[\text{H}^+] = 0.01 \text{ M} = 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{PH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$$

$$\text{PH} = -\text{Log} 10^{-2}$$

$$\text{PH} = 2$$

$$\Delta \text{PH} = \text{PH}_2 - \text{PH}_1$$

$$\Delta \text{PH} = 2 - 7$$

$$\Delta \text{PH} = -5$$

سؤال 17-3 احسب قيمة الاس الهيدروجيني لمحلول نتج من تخفيف 1ml من 10M من حامض

HCl الى لتر من الماء. علما ان $\text{Log} 1.36 = 0.133$

الحل / بما انه تم تخفيف الحامض يحسب له التركيز الجديد

$$V_{(H_2O)} = 1L \times 1000 \text{ ml/L} = 1000 \text{ mL}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2 \longrightarrow M_2 = \frac{M_1 V_1}{V_2} = \frac{10 \times 1}{1000} = 0.01 \text{ M} = 10^{-2} \text{ M} [\text{H}^+]$$

$$\text{PH} = -\text{Log} [\text{H}^+] = -\text{Log} 10^{-2} = 2$$

الاثرائيات الخاصة باضافة حامض او قاعدة الى ماء

مثال اضافي 17 احسب التغير في PH الماء

بعد اضافة حامض الخليك تركيزه 4M وحجمه 5ml الى 1L من الماء المقطر

$$\log 6 = 0.78 \quad K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$

واجب / للتأكد من الحل الجواب $\Delta PH = -3.78$

مثال اضافي 16 احسب التغير في PH الماء

بعد اضافة محلول امونيا تركيزه 2M وحجمه 100ml الى 0.9L من الماء المقطر

$$K_b = 2 \times 10^{-5}$$

الحل /

بما ان الاضافة الى الماء اذا $PH_1 = 7$

$$V_{(NH_3)} = 0.9L \times 1000 \text{ ml/L} = 900 \text{ mL}$$

$$V_2 = V_{(H_2O)} + V_{(NH_3)}$$

$$V_2 = 900 + 100 = 1000 \text{ ml}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$M_2 = \frac{M_1 V_1}{V_2}$$

$$M_2 = \frac{2 \times 100 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = 0.2 \text{ M}$$



$$0.2 \quad \quad \quad 0 \quad \quad 0$$

$$0.2 - X \quad \quad \quad X \quad \quad X$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$2 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.2}$$

$$X^2 = (2 \times 10^{-5})(2 \times 10^{-1})$$

$$X^2 = (4 \times 10^{-6}) \text{ نأخذ الجذر التربيعي}$$

$$X = 2 \times 10^{-3} \text{ M} = [OH^-]$$

$$POH = -\log OH^-$$

$$POH = -(\log 2 \times 10^{-3})$$

$$POH = -(\log 2 + \log 10^{-3})$$

$$POH = -(0.3 - 3) = 2.7$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - POH$$

$$PH_2 = 14 - 2.7 = 11.3$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$\Delta PH = 11.3 - 7$$

$$\Delta PH = 4.3$$

” التحضير اليومي ”

سر من اسرار التفوق

فلا تهمل هذا السر

WWW.IQ-RES.COM

الذوبانية وثابت حاصل الاذابة

الذوبانية : هي عدد مولات المادة الصلبة التي تذوب في لتر واحد من المحلول اي انها تمثل حالة اتزان بين المادة الصلبة ومحلول المادة.

س/ على ماذا يعتمد قابلية الذوبان لكل مادة ايونية خاصة الاملاح في الماء.

ج/ 1- الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الاواصر بين الايونات المكونة للمادة

2- ومقدار ما ينتج من طاقة نتيجة انتشار هذه الايونات في الماء وتميؤها.

يمكن وصف عملية ذوبان مركب ايوني في الماء بالصورة التالية وايجاد الثابت له ايضا



و لكون المركب شحيح الذوبان في الماء لذا يمكن اعتبار **قيمة AB** تبقى ثابتة لا تتغير لتفكك جزء صغير منها وايضا كما هو معلوم قيمة الماء ثابتة ايضا لذا يدخلان مع قيمة ثابت الحاصل الايوني.

$$K_{sp} = [A^+][B^-]$$

K_{sp} (هو ثابت حاصل الذوبان وهو قيمة ثابتة عند ثبوت درجة الحرارة يمثل حاصل ضرب التراكيز المولارية للايونات الناتجة من ملح شحيح الذوبان عند حالة الاتزان كل منها مرفوع لاس مساو لعدد المولات بالمعادلة الكيميائية الموزونة والتي تعبر عن تفكك المركب)

س/ ماذا نقصد بالذوبانية المولارية وكيف يمكن تحويل الذوبانية بوحدة g/L الى الذوبانية المولارية.

ج/ وهي التركيز المولاري للايونات الناتجة من تفكك الملح في المحلول عند الاتزان ووحدتها (mol/L) ويرمز لها

(S) وتحويل من الغرامية الى وحدتها باستخدام القانون.

$$S_{(mol/L)} = \frac{S(g/L)}{M(g/mol)}$$

ولإيجاد التركيز الغرامي من المولاري يصبح القانون بالصورة التالية

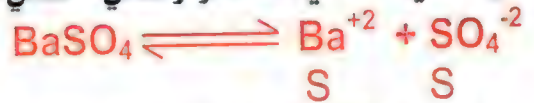
$$S(g/L) = S(mol/L) \times M(g/mol)$$

س / اكتب التعبير لثابت حاصل الاذابة لأملاح

أ) ملح أحادي - أحادي التكافؤ او ثنائي - ثنائي التكافؤ مثل AgCl او BaSO₄



$$K_{SP} = [Ag^+][Cl^-] = S \times S \Rightarrow K_{SP} = S^2$$



$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = S \times S \Rightarrow K_{SP} = S^2$$

ب) ملح أحادي - أحادي التكافؤ او ثنائي - ثنائي التكافؤ مثل CaF₂ او Zn(OH)₂



$$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^-]^2 = S \times (2S)^2 \Rightarrow K_{SP} = 4S^3$$



$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2 = S \times (2S)^2 \Rightarrow K_{SP} = 4S^3$$

ملاحظات حسابية قبل الدخول الى مسائل الذوبانية.

- 1- القواعد أعلاه تطبق على الاملاح شحيحة الذوبان.
- 2- نحن نعرف ان هذا الملح شحيح الذوبان عندما يعطي في السؤال قيمة K_{sp} او تكون مجهولة. او حينما يطلب حاصل الذوبان (الاذابة)
- 3- معادلة ملح شحيح الذوبان تتطلب \rightleftharpoons
- 4- للتذكير الذوبانية تكون بالتركيز المولاري (mol/L) وعندما تعطي بوحدة التركيز الغرامي g/L تحول وفق هذه العلاقة

$$S(\text{mol/L}) = \frac{S(\text{g/L})}{M(\text{g/mol})}$$

الاسئلة والتمارين والامثلة الخاصة بالتطبيق المباشر لمسائل الذوبانية

مثال (12-3) ما هي الذوبانية المولارية لمحلول ملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ اذا علمت ان حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{sp} = 1.6 \times 10^{-8}$. (للفائدة $\sqrt{1.6} = 1.26$)

الحل / نكتب معادلة ذوبان الملح



$$K_{sp} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{sp} = S \times S = S^2$$

$$S^2 = 1.6 \times 10^{-8}$$

$$S = 1.26 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

تمرين (15-3) احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة g/L لمحلول كلوريد الفضة $AgCl$ ($M=143.5\text{g/mol}$) علما ان حاصل الذوبان للملح $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$

(للفائدة $\sqrt{1.8} = 1.34$)

الحل / نكتب معادلة ذوبان الملح



$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$$

$$K_{sp} = S \times S = S^2$$

$$S^2 = 1.8 \times 10^{-10}$$

$$S = 1.34 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

نجد الذوبانية بدلالة g/L من العلاقة التالية

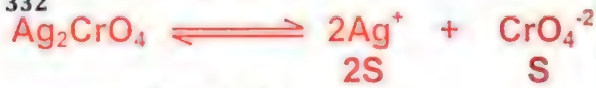
$$S(\text{g/L}) = S(\text{mol/L}) \times M(\text{g/mol})$$

$$S(\text{g/L}) = 1.34 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \times 143.5 \text{ g/mol} = 1.93 \times 10^{-3} \text{ g/L}$$

تمرين (14-3) اذا علمت ان لتر واحد من محلول كرومات الفضة Ag_2CrO_4 ($M=332\text{g/mol}$) يحوي 0.0215g احسب ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح.

الحل / نحول الوحدات الى وحدات المولارية

$$S(\text{mol/L}) = \frac{S(\text{g/L})}{M(\text{g/mol})} = \frac{0.0215 \text{ g/L}}{332 \text{ g/mol}} = \frac{0.02150 \text{ g/L}}{332 \text{ g/mol}} = \frac{2150 \times 10^{-5}}{332} = 6.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$



$$K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{-2}]$$

$$K_{sp} = (2S)^2 \times S = 4S^3$$

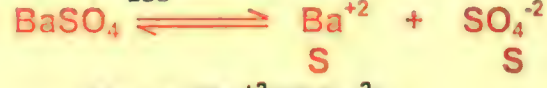
$$K_{sp} = 4(6.5 \times 10^{-5})^3$$

$$K_{sp} = 1098.5 \times 10^{-15} = 1.098 \times 10^{-12}$$

مثال (13-3) احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة K_{sp} لملاح كبريتات الباريوم $BaSO_4$ (233g/mol) اذا علمت ان لتر واحد من محلوله المشبع يحوي 0.0025g من الملح.

الحل / نحول الوحدات الى وحدات المولارية

$$S(\text{mol/L}) = \frac{S(\text{g/L})}{M(\text{g/mol})} = \frac{0.0025 \text{ g/L}}{233 \text{ g/mol}} = \frac{0.00250 \text{ g/L}}{233 \text{ g/mol}} = \frac{250 \times 10^{-5}}{233} = 1.1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$



$$K_{sp} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{sp} = S \times S = S^2$$

$$K_{sp} = (1.1 \times 10^{-5})^2$$

$$K_{sp} = 1.21 \times 10^{-10}$$

تمرين (3-13) أحسب قيمة ثابت حاصل الذوبان K_{sp} لملاح يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ اذا علمت ان لترا واحد من محلوله المائي المشبع يحوي على $3.9 \times 10^{-5} M$ واجب الناتج سيكون 2.4×10^{-13}

الذوبانية والترسيب للمركب شحيح الذوبان (الحاصل الايوني)

الحاصل الايوني : هو حاصل ضرب تراكيز الايونات الناتجة من ملح شحيح الذوبان مرفوع الى أس مساو الى عدد مولاته في المعادلة الكيميائية الموزونة وليس بالضرورة ان يكون في حالة اتزان.

مقارنة الحاصل الايوني مع K_{sp} (الخلاصة)

- أحصل الايوني $K_{sp} <$ التفاعل خلفي يحصل ترسيب.
- أحصل الايوني $K_{sp} >$ التفاعل امامي لا يحصل ترسيب.
- أحصل الايوني $K_{sp} =$ المحلول مشبع سرعة الذوبان = سرعة الترسيب.

ملاحظات حسابية عن الحاصل الأيوني.

مسائل الحاصل الأيوني نوعين نوع يذكر فيه عبارة احسب ادنى تركيز او اقل دالة حامضية او قاعدية والنوع الآخر يذكر فيه عبارة هل يترسب

النوع الاول:

اولا :- علامات هذا النوع

ا- يذكر فيه عبارة ما هو ادنى او ما اقل وعبرة لبدا الترسيب لو ليبدأ راسب كذا بالظهور.

ب- من علامات السؤال الاخرى يعطي K_{sp} او PK_{sp} وتركيز ايون معلوم والايون الاخر تركيزه مجهول.

ثانيا :- خطوات حل هذا النوع.

ا- يجب التأكد ان تركيز الايون المعطى بوحدة mol/L حيث اذا كان بتركيز g/mol يحول الى وحدة mol/L

ب- نكتب معادلة تفكك المادة الشحيحة الذوبان ونطبق قانون ال K_{sp} مباشرة دون وضع رمز ال S تحت الايونات المتفككة.

ج- من تركيز الايون المعلوم وقيمة ال K_{sp} نستخرج تركيز الايون المجهول وهو ادنى تركيز لبدا الترسيب.

النوع الثاني:

اولا :- علامات هذا النوع

ا- يذكر فيه عبارة هل يترسب او يظهر راسب او هل تتوقع ان تترسب

ب- من علامات السؤال الاخرى يعطي K_{sp} او PK_{sp} وتركيزي الايونين الناتجين من التفكك معلومين والايون الاخر

ثانيا :- خطوات حل هذا النوع.

ا- يجب التأكد ان تراكيز الايونات المعطاة بوحدة mol/L حيث اذا كانا بتركيز g/mol يحول الى وحدة mol/L

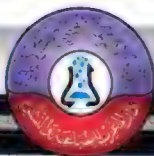
ب- نكتب معادلة تفكك المادة الشحيحة الذوبان ومن التراكيز المعطاة نستخرج الحاصل الايوني.

ج- نعمل مقارنة بين K_{sp} والحاصل الايوني حيث

أحصل الايوني $K_{sp} <$ التفاعل خلفي يحصل ترسيب.

أحصل الايوني $K_{sp} >$ التفاعل امامي لا يحصل ترسيب.

أحصل الايوني $K_{sp} =$ المحلول مشبع



مثال (14-3) إذا علمت ان تركيز الفلوريد في محلول CaF_2 يساوي $2 \times 10^{-2} \text{ M}$ أحسب ادنى تركيز من أيون الكالسيوم Ca^{+2} يكون لازما وجوده في المحلول لبدء ترسيب ملح فلوريد الكالسيوم $K_{sp} = (4.9 \times 10^{-11})$

الحل / نكتب معادلة تفكك CaF_2



$$K_{sp} = [\text{Ca}^{+2}][\text{F}^-]^2$$

$$[\text{Ca}^{+2}] = \frac{K_{sp}}{(\text{F}^-)^2}$$

$$[\text{Ca}^{+2}] = \frac{4.9 \times 10^{-11}}{(2 \times 10^{-2})^2} = \frac{4.9 \times 10^{-11}}{4 \times 10^{-4}} = 1.225 \times 10^{-7} \text{ M}$$

وعليه يجب أن يكون تركيز الكالسيوم اكبر من 1.225×10^{-7} لبدء الترسيب

تمرين 19-3 ما هي أقل دالة حامضية PH لمحلول يحتوي ايون الحديد الثلاثي بتركيز $2 \times 10^{-10} \text{ M}$ التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد الثلاثي $\text{Fe}(\text{OH})_3$ بالظهور في المحلول علما ان $K_{sp} = 5 \times 10^{-38}$ (علما ان $\sqrt[3]{250} = 6.3$) ($\text{Log } 1.58 = 0.2$)

الحل / نكتب معادلة تفكك $\text{Fe}(\text{OH})_3$



$$K_{sp} = [\text{Fe}^{+3}][\text{OH}^-]^3$$

$$[\text{OH}^-]^3 = \frac{K_{sp}}{(\text{Fe}^{+3})}$$

$$[\text{OH}^-]^3 = \frac{5 \times 10^{-38}}{2 \times 10^{-10}}$$

$$[\text{OH}^-]^3 = 2.5 \times 10^{-28}$$

$$[\text{OH}^-]^3 = 250 \times 10^{-30} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 6.3 \times 10^{-10} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[\text{OH}^-]}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[6.3 \times 10^{-10}]} = \frac{10 \times 10^{-15}}{[6.3 \times 10^{-10}]} = 1.58 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{PH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$$

$$\text{PH} = -(\text{Log } 1.58 \times 10^{-5})$$

$$\text{PH} = -(\text{Log } 1.58 + \text{Log } 10^{-5})$$

$$\text{PH} = -(0.2 - 5) = 4.8$$

سؤال 29-3 ان تركيز ايون الكالسيوم ($M = 40 \text{ g/mol}$) في بلازما الدم 0.1 g/L فاذا كان تركيز الاوكزالات $M = 1 \times 10^{-7}$ هل تتوقع ان تترسب او كزالات الكالسيوم CaC_2O_4 علما ان $\text{PK}_{\text{sp}} = 8.64$ (للفائدة $\text{Log } 2.3 = 0.36$)

الجواب / نحسب الحاصل الايوني لكن يجب ايجاد الذوبانية المولارية لايون الكالسيوم

$$S (\text{mol/L}) = \frac{S (\text{g/L})}{M (\text{g/mol})} = \frac{0.1 \text{ g/L}}{40 \text{ g/mol}} = \frac{1}{400} = 0.0025 = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

معادلة تفكك او كزالات الكالسيوم



$$\text{الحاصل الايوني} = [\text{Ca}^{+2}] [\text{C}_2\text{O}_4^{-2}]$$

$$\text{الحاصل الايوني} = 2.5 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-7}$$

$$\text{الحاصل الايوني} = 2.5 \times 10^{-10}$$

نجد قيمة K_{sp} من PK_{sp}

$$K_{\text{sp}} = 10^{-\text{PK}_{\text{sp}}}$$

$$K_{\text{sp}} = 10^{-8.64 + 9 - 9}$$

$$K_{\text{sp}} = 10^{0.36 - 9}$$

$$K_{\text{sp}} = 10^{0.36} \times 10^{-9}$$

$$K_{\text{sp}} = 2.3 \times 10^{-9}$$

نلاحظ قيمة الحاصل الايوني اقل من قيمة K_{sp} وعليه لا يترسب او كزالات الكالسيوم

تمرين (3-16) هل يتكون راسب عند مزج 10 ml من 0.01 M من محلول يحتوي ايونات SO_4^{-2} و 10 ml من 0.001 M محلول ايونات Ba^{+2} علما ان $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = 1.6 \times 10^{-10}$

الحل / نجد تركيز كل ايون بعد عملية المزج

$$V_2 = 10 + 10 = 20 \text{ ml}$$

بالنسبة للايون الاول ايون SO_4^{-2}

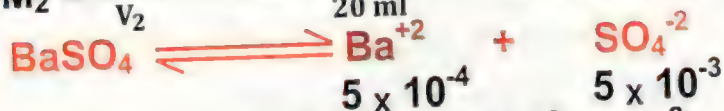
$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$M_2 = \frac{M_1 V_1}{V_2} = \frac{0.01 \text{ M} \times 10 \text{ ml}}{20 \text{ ml}} = 0.005 = 5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

بالنسبة للايون الثاني ايون Ba^{+2}

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$M_2 = \frac{M_1 V_1}{V_2} = \frac{0.001 \text{ M} \times 10 \text{ ml}}{20 \text{ ml}} = 0.0005 = 5 \times 10^{-4} \text{ M}$$



$$5 \times 10^{-4}$$

$$5 \times 10^{-3}$$

$$\text{الحاصل الايوني} = [\text{Ba}^{+2}] [\text{SO}_4^{-2}]$$

$$\text{الحاصل الايوني} = [5 \times 10^{-3}] [5 \times 10^{-4}] = 25 \times 10^{-7}$$

الحاصل الايوني < من K_{sp} يحصل ترسيب.

سؤال (3-16) لتر من محلول يحتوي $0.01M$ على أيونات Sr^{+2} و أيونات Ba^{+2} عند إضافة

كمية من Na_2SO_4 ايهما سيتسبب اولاً BaSO_4 ام SrSO_4 ولماذا علما ان

في 25°C عند $K_{sp}\text{SrSO}_4 = 3.8 \times 10^{-7}$ $K_{sp}\text{BaSO}_4 = 1.6 \times 10^{-10}$

الحل، $[Sr^{+2}] = [Ba^{+2}] = n = 10^{-2}$ لان الحجم لتر واحد



$$K_{sp} = [\text{Ba}^{+2}][\text{SO}_4^{-2}]$$

$$[\text{SO}_4^{-2}] = \frac{K_{sp}}{(\text{Ba}^{+2})}$$

$$[\text{SO}_4^{-2}] = \frac{1.6 \times 10^{-10}}{(10^{-2})}$$

$$[\text{SO}_4^{-2}] = 1.6 \times 10^{-8}$$



$$K_{sp} = [\text{Sr}^{+2}][\text{SO}_4^{-2}]$$

$$[\text{SO}_4^{-2}] = \frac{K_{sp}}{(Sr^{+2})}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{3.8 \times 10^{-7}}{(10^{-2})}$$

$$[\text{SO}_4^{-2}] = 3.8 \times 10^{-5}$$

BaSO₄ مترسب اولاً لانه اقل ذوبانية

العوامل المؤثرة على الذوبانية

1- تأثير درجة الحرارة 2- تأثير الايون المشترك 3- تأثير الاس الهيدروجيني.

1. تأثير درجة الحرارة :- تزداد ذوبانية معظم المواد شحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة لكن الزيادة تختلف من مادة الى اخرى

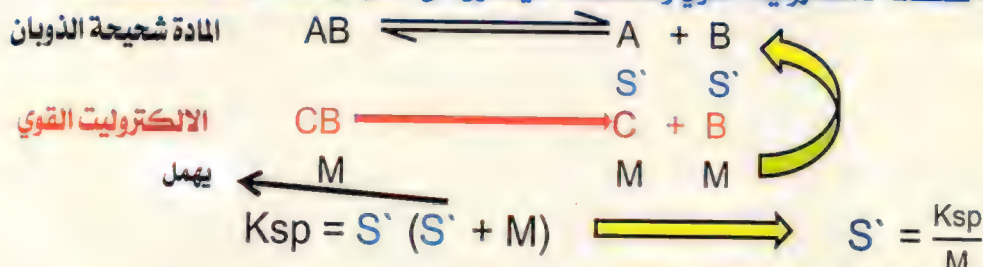
2- تأثير الأيون المشترك: حسب قاعدة لي شاتليه يمكن للاملاح شحيحة الذوبان ان تنخفض بوجود زيادة من ايونات مشتركة لهذه المادة في المحلول وبالتالي التحكم بعملية ذوبان الراسب.

خطوات حل مسائل الايون المشتركة الخاصة بالذوبانية. (الطريقة المباشرة)

1. نكتب معادلة تفكك المادة شحج الذوبان ونجد له الذوبانية في الماء النقي (او محلوله المشبع) بالطرق الاعتيادية.

2. في الخطوة الثانية نكتب معادلة تفكك المادة شحيحة الذوبان لكن نفرض هنا للذوبانية رمز S' أو

وتحت معادلته نكتب معادلة تفكك الالكترونوليت القوي وتفككه سيكون من خطوة واحدة. لاحظ المخطط ادناه



ونذكر دائما هذه العبارة ان الذوبانية قلت بوجود الايون المشترك

الامثلة والتمارين ومسائل الفصل الخاصة بتأثير الايون المشترك على الذوبانية

مثال (15-3) ما هي الذوبانية المولارية لملاح يودات الباريوم $K_{sp} = 1.57 \times 10^{-9}$ $Ba(IO_3)_2$

(أ) في الماء النقي ب) في محلول KIO_3 تركيز 0.02M ؟ ثم ناقش النتائج

$\sqrt[3]{0.3925} = 0.73$ علما ان

الحمل - ١ / ٠ في الماء النقي



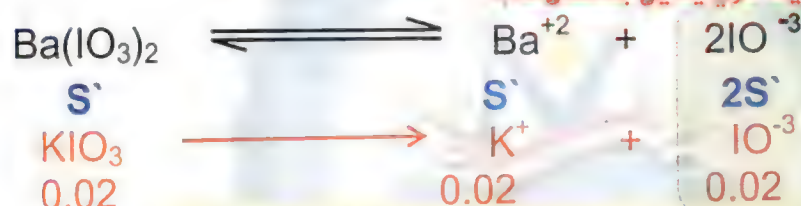
$$K_{SP} = [\text{Ba}^{+2}][\text{IO}_3]^{-2}$$

$$K_{SP} = S \times (2S)^2 = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{K_{SP}}{4} = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{4} = 0.3925 \times 10^{-9}$$

$$S = 0.73 \times 10^{-3} = 7.3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

(ب) في محلول KIO_3 الذي هو الكتروليت قوى يتأين بشكل تام.



$$K_{SP} = [\text{Ba}^{+2}][\text{IO}_3]^{-2}$$

$$K_{SP} = (S') (0.02 + 2S')^2$$

$$S' = \frac{K_{sp}}{(0.02)^2} = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{4 \times 10^{-4}}$$

$$S = \frac{15.7 \times 10^{-10}}{4 \times 10^{-4}} = 3.9 \times 10^{-6} \text{ M}$$

4 x 10⁻⁴

نلاحظ ذوبانية يودات الباريوم قد انخفضت بوجود الايون المشترك



سؤال (10-3) ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع منه علما ان $K_{sp} = 1.6 \times 10^{-10}$ وما ذوبانيته بعد اضافة 1ml من H_2SO_4 تركيزه 10M الى لتر من المحلول المشبع منه

علما ان $\sqrt{1.6} = 1.26$

الجـ ل / أ) في المحلول المائي المشبع



$$K_{SP} = [Ba^{+2}] [SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (S) \times (S) = S^2$$

$$S^2 = 1.6 \times 10^{-10}$$

$$S = 1.26 \times 10^{-5} M$$

الذوبانية في المحلول المائي المشبع

ب) في محلول H_2SO_4 الذي هو الكتروليت قوي يتأين بشكل تام.

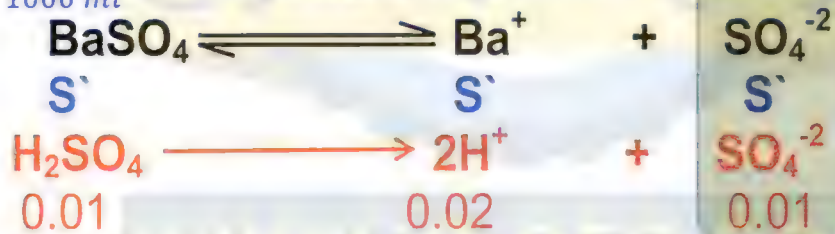
نجد اولا تركيز احمض بعد الاضافة.

$$V_{(ml)} \text{ المحلول المائي} = 1L \times 1000 \text{ ml/L} = 1000 \text{ ml}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10 M \times 1 \text{ ml} = M_2 \times 1000 \text{ ml}$$

$$M_2 = \frac{10 M \times 1 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} = 0.01 M [H_2SO_4]$$



$$K_{SP} = [Ba^{+2}] [SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = (S') (0.01 + S') =$$

بفعل

$$S' = \frac{K_{SP}}{(0.01)}$$

$$S' = \frac{1.6 \times 10^{-10}}{10^{-2}} = 1.6 \times 10^{-8} M$$

نلاحظ ان ذوبانية كبريتات الباريوم قلت بوجود الايون المشترك

سؤال (12-3) أحسب الذوبانية المولارية والذوبانية بوحدة g/L لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 ($M = 314 \text{ g/mol}$) ($PK_{SP} = 4.92$) (أ) في الماء النقي ب) ($0.15M$ كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4)
علما ان $(\sqrt[2]{0.2} = 0.44)$ ($\sqrt[3]{3} = 1.42$) ($\text{Log } 1.2 = 0.08$)

الحل / أ) في الماء النقي



$$K_{SP} = [Ag^+]^2 [SO_4^{2-}]$$

$$K_{SP} = (2S)^2 \times (S) = 4S^3$$

$$K_{SP} = 10^{-PK_{SP}}$$

$$K_{SP} = 10^{-4.92 + 5 - 5}$$

$$K_{SP} = 10^{0.08 - 5}$$

$$K_{SP} = 1.2 \times 10^{-5}$$

$$S^3 = \frac{K_{SP}}{4}$$

$$S^3 = \frac{1.2 \times 10^{-5}}{4} = \frac{12 \times 10^{-6}}{4} = 3 \times 10^{-6}$$

بأخذ التكعيبي

$$S = 1.42 \times 10^{-2} = 0.0142 M$$

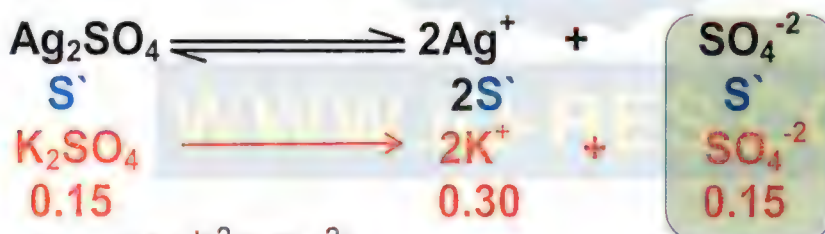
الذوبانية في الماء النقي

وكساب الذوبانية بوحدة g/L نستخدم هذه العلاقة

$$S(g/L) = S(mol/L) \times M(g/mol)$$

$$S(g/L) = 0.0142 \times mol/L \times 314 g/mol = 4.46 g/L$$

ب) في محلول K_2SO_4 الذي هو الكتروليت قوي يتأين بشكل تام.



$$K_{SP} = [Ag^+]^2 [SO_4^{2-}]$$

$$K_{SP} = (2S')^2 (0.15 + S') = 4S'^2 \times 0.15 = 0.6 S'^2$$

يعمل

$$S'^2 = \frac{K_{SP}}{0.6} = \frac{1.2 \times 10^{-5}}{0.6} = 2 \times 10^{-5} = 0.2 \times 10^{-4}$$

بأخذ التربيعي

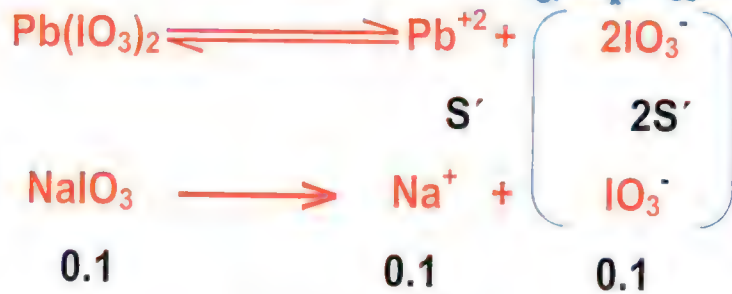
$$S' = 0.44 \times 10^{-2} = 4.4 \times 10^{-3} M$$

الذوبانية بوجود الايون المشترك

$$S(g/L) = S(mol/L) \times M(g/mol)$$

$$S(g/L) = 4.4 \times 10^{-3} mol/L \times 314 g/mol = 1.38 g/L$$

سؤال (20-3) الذوبانية المولارية لـ $Pb(IO_3)_2$ في محلول 0.1M من $NaIO_3$ تساوي 2.4×10^{-11} احسب الذوبانية المولارية لـ $Pb(IO_3)_2$ في محلول مائي مشبع.



للمعادلة

$$\sqrt[3]{60} = 3.9$$

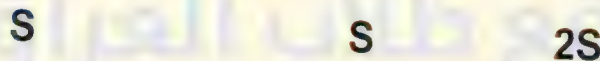
$$K_{sp} = [Pb^{+2}] [IO_3^-]^2$$

$$K_{sp} = [S'] [2S' + 0.1]^2$$

تُهْمَل

$$S' = 2.4 \times 10^{-11} \text{ (مُعْطَى)}$$

$$K_{sp} = [2.4 \times 10^{-11}] [0.1]^2 = 2.4 \times 10^{-13}$$



$$K_{sp} = [Pb^{+2}] [IO_3^-]^2$$

$$K_{sp} = [S] [2S]^2$$

$$K_{sp} = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{K_{sp}}{4}$$

$$S^3 = \frac{2.4 \times 10^{-13}}{4}$$

$$S^3 = \frac{24 \times 10^{-14}}{4}$$

$$S^3 = 6 \times 10^{-14}$$

$$S^3 = 60 \times 10^{-15}$$

$$S = 3.9 \times 10^{-5} M$$



تمرين 17-3 قيمة ثابت حاصل الاذابة لملح $\text{MgF}_2 = 6.5 \times 10^{-9}$

(أ) أحسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي.

(ب) احسب الذوبانية في محلول NaF القوي بتركيز 0.1M ؟ ثم قارن بين النتيجتين.

للفائدة ($\sqrt[3]{1.625}=1.18$)

(الاجوبة) في الماء النقي $S = 1.18 \times 10^{-3}\text{M}$ في الايون المشترك $S' = 6.5 \times 10^{-7}\text{M}$

الحل / واجب

موقع طلات العراق

WWW.IQ-RES.COM



WWW.IQ-RES.COM



@IQRES



/iQRES

موقع طلات العراق



ملازم دار المغرب

3- تأثير الأس الهيدروجيني : تعتمد ذوبانية كثير من المواد على تركيز H^+ خاصة المواد التي يشكل ايون الهيدروكسيد أحد مكوناته مثل هيدروكسيد المغنسيوم $Mg(OH)_2$ حيث تتغير مقدار ذوبانية هذه المواد مع تغير قيم PH للمحلول.



لاحظ مثلاً هذه المعادلة

عند اضافة حامض لهذا المحلول المشبع يؤدي الى اتحاد ايونات H^+ مع ايونات OH^- لتكوين جزيئات الماء وهذا يؤدي الى اختلال في عملية التوازن ولتعويض النقص الحاصل في ايونات OH^- تتفكك المزيد من جزيئات المركب (أي زيادة في الذوبانية) اما عند اضافة قاعدة تقل الذوبانية.

ملاحظات حسابية لحل مسائل تأثير الاس الهيدروجيني

حينما نرى في السؤال ملح يحوي جزيئات OH وايضا يعطي في السؤال قيمة PH او POH وقيمة K_a ويطلب الذوبانية في السؤال فهذا يعني انه تأثير اس هيدروجيني. وخطوات حل السؤال تكون كالآتي

يعني انه نأير اس هيدروجيني. وخطوات حل السؤال تكون كالتالي

1- من قيم PH او POH نستخرج تركيز $[OH^-]$ ونضعها تحت ايون الهيدروكسيد دون ضربها في عدد المولات

2- نكتب معادلة تفكك الملح شحيح الذوبان بالصورة الاتية



3- سيعطى بالسؤال قيمة K_{sp} او PK_{sp} نحولها ونطبق القانون

$$K_{sp} = [X][OH]^2$$

$$K_{sp} = [S][\text{القيمة المستخرجة}]^2$$

$$S = \frac{K_{sp}}{(القيمة المستخرجة)^2} = \text{الذوبانية المطلوبة}$$

4- إذا كان المركب XOH نفس الخطوات لكن بدون تربيع.

مثال (16-3) أحسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنسيوم $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-11}$ في محلول مائي ثبت حموضته عند $PH = 10.5$ علما أن $\log 3.16 = 0.5$ ؟

الحـل / نحسب تركيز $[H^+]$ من تركيز PH

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

$$[H^+] = 10^{-10.5 + 11 - 11}$$

$$[H^+] = 10^{+0.5-11}$$

$$[H^+] = 10^{-10.5} \times 10^{-11}$$

$$[H^+] = 3.16 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14} \xrightarrow{\text{Mg(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{+2} + 2\text{OH}^-} [\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{3.16 \times 10^{-11}} = \frac{10 \times 10^{-15}}{3.16 \times 10^{-11}} = 3.16 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$K_{sp} = [\text{Mg}^{+2}][\text{OH}^{-}]^2$$

$$1.8 \times 10^{-11} = (S)(3.16 \times 10^{-4})^2$$

$$S = \frac{1.8 \times 10^{-11}}{(3.16 \times 10^{-4})^2} = \frac{18 \times 10^{-12}}{10 \times 10^{-8}} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ M}$$

زوبانیت هیدروکسید المگنسیوم

تمرين (18-3) أحسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ في محلول ثبتت حامضيته عند (أ) $PH = 6$ (ب) $PH = 9$ ثم ناقش النتائج علماً أن $K_{sp}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$

الحل /

(أ) عند $PH = 6$ نحسب تركيز $[H^+]$ ومنه نحسب تركيز $[OH^-]$

$$[H^+] = 10^{-PH}$$

$$[H^+] = 10^{-6}$$

$$[OH^-][H^+] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[H^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-6}} = 1 \times 10^{-8} M$$

نكتب الآن معادلة تفكك هيدروكسيد الخارصين



$$K_{sp} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.2 \times 10^{-17} = (S)(1 \times 10^{-8})^2$$

$$S = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{(1 \times 10^{-8})^2} = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{1 \times 10^{-16}} = 1.2 \times 10^{-1} M \quad PH = 6$$

ذوبانية هيدروكسيد الخارصين عند $PH = 6$

(ب) عند $PH = 9$ نحسب تركيز $[H^+]$ ومنه نحسب تركيز $[OH^-]$

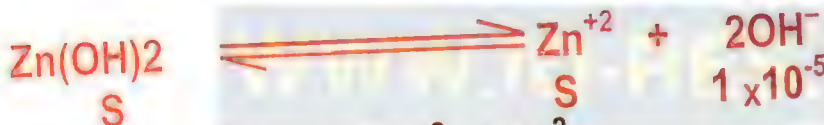
$$[H^+] = 10^{-PH}$$

$$[H^+] = 10^{-9}$$

$$[OH^-][H^+] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{[H^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-9}} = 1 \times 10^{-5} M$$

نكتب الآن معادلة تفكك هيدروكسيد الخارصين



$$K_{sp} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.2 \times 10^{-17} = (S)(1 \times 10^{-5})^2$$

$$S = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{(1 \times 10^{-5})^2} = \frac{1.2 \times 10^{-17}}{1 \times 10^{-10}} = 1.2 \times 10^{-7} M \quad PH = 9$$

ذوبانية هيدروكسيد الخارصين عند $PH = 9$

المناقشة عند $PH = 6$ المحلول حامضي و عند $PH = 9$ المحلول قاعدي وهذه المواد تكون الذوبانية لها أكبر عند pH القليل أكامضية بسبب اتحاد أيونات H^+ مع أيونات OH^- فيحصل نقص بتركيز أيون H^+ فتتفكك المزيد من جزيئات المركب أي زيادة بالذوبانية.

مسائل الفصل الخاصة بالذوبانية

سؤال (4-3) ان عدد مليغرامات يودات الباريوم ($M = 487 \text{ g/mol}$) و ($K_{sp} = 1.57 \times 10^{-9}$) التي يمكن ان تذوب في 150ml الماء النقي

53.4mg (ج)

44.4mg (ب) 34.4mg (ا)

الحل



S

S

2S

$$K_{SP} = [\text{Ba}^{+2}][\text{IO}_3^-]^2 = S \times (2S)^2 = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{K_{SP}}{4} = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{4} = 0.3925 \times 10^{-9}$$

بأخذ التكعيبي

$$S = 0.732 \times 10^{-3} = 7.3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

الذوبانية في الماء النقي

$$m = (M(\text{mol/L}) \times M(\text{g/mol}) \times V(\text{L}))$$

بحسب m من العلاقة التالية

$$m = 7.32 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \times 487 \text{ g/mol} \times 0.15(\text{L}) = 0.0534 \text{ g}$$

سؤال (13-3) ما عدد غرامات ملح كرومات الفضة (Ag_2CrO_4) ($M = 332 \text{ g/mol}$) التي يمكن ان تذوب في 100ml من الماء المقطر علما ان

$$\sqrt{0.275} = 0.65$$

$$K_{sp} = 1.1 \times 10^{-12}$$

الحل



2S

S

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$$

$$1.1 \times 10^{-12} = (2S)^2 \times S = 4S^3$$

$$\Rightarrow S^3 = \frac{1.1 \times 10^{-12}}{4} = 0.275 \times 10^{-12}$$

نأخذ الجذر التكعيبي

$$S = 0.65 \times 10^{-4} = 6.5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$m = (M(\text{mol/L}) \times M(\text{g/mol}) \times V(\text{L}))$$

بحسب m من العلاقة التالية وعليه

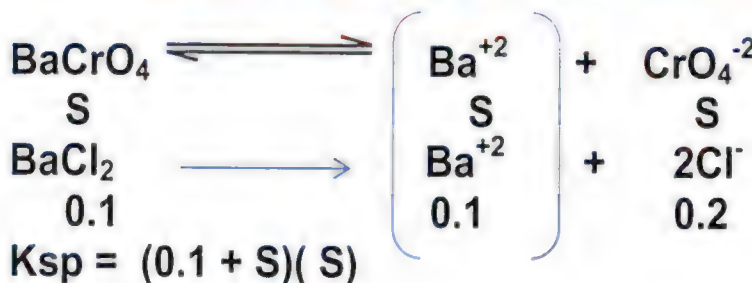
$$m = 6.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \times 332 \text{ g/mol} \times 0.1(\text{L}) = 0.00216 = 2.16 \times 10^{-3} \text{ g}$$

سؤال (14-3) ما ذوبانية ملح كرومات الباريوم BaCrO_4 في محلول يكون فيه تركيز

$$K_{sp}(\text{BaCrO}_4) = 1.2 \times 10^{-10}$$

كلوريد الباريوم القوي يساوي 0.1M اذا علمت ان

الحل / نطبق علاقة الايون المشترك مباشرة



S

BaCl₂

0.1

$$K_{sp} = (0.1 + S)(S)$$

بإهمال

+

2Cl⁻

0.2

ملاحظة طبقنا علاقة الملح مع الايون المشترك مباشرة لأنه لم يذكر أحسب الذوبانية في الماء المقطر وايضا استخدمنا الرمز S بدل

$$S = \frac{K_{sp}}{0.1} = \frac{1.2 \times 10^{-10}}{0.1} = 1.2 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$$

سؤال (6-3) ذوبانية $AgCl$ في محلوله المائي المشبع = 1.34×10^{-5} جد

1- ذوبانيته في $0.1M$ من $CaCl_2$

2- هل يترسب $AgCl$ في محلول يحتوي ايونات Ag^+ و Cl^- كلا منهما بتركيز 1×10^{-6}

ولماذا

الحل

1. نجد قيمة K_{sp} من قيمة الذوبانية المعلومة



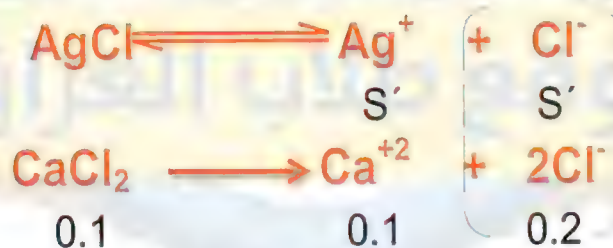
$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$$

$$K_{sp} = S \times S$$

$$K_{sp} = [1.34 \times 10^{-5}][1.34 \times 10^{-5}]$$

$$K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$$

الان نجد الذوبانية في محلول من $0.1M$ من $CaCl_2$



$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] \quad \text{يهم}$$

$$1.8 \times 10^{-10} = [\bar{S}][\bar{S} + 0.2]$$

$$\bar{S} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{0.2} = 9 \times 10^{-10}$$



$$\text{الحاصل الايوني} = [Ag^+][Cl^-]$$

$$\text{الحاصل الايوني} = 1 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}$$

$$\text{الحاصل الايوني} = 1 \times 10^{-12}$$

الحاصل الايوني > من K_{sp} لا يحصل ترسيب

سؤال (21-3) الاس الهيدروجيني لمحلول مشبع من $\text{Fe}(\text{OH})_2$ يساوي 9.5 احسب ذوبانيته في محلول له ثبت حامضيه عند $\text{PH} = 10$ اعتبر $\text{Log} 3 = 0.5$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{POH} = 14 - 9.5 = 4.5$$

$$\text{OH}^- = 10^{-4.5 + 5 - 5}$$

$$\text{OH}^- = 10^{0.5} \times 10^{-5}$$

$$\text{OH}^- = 3 \times 10^{-5} \text{ M} = 2\text{S}$$

$$\text{S} = \frac{3 \times 10^{-5}}{2} = 1.5 \times 10^{-5}$$



$$\text{Ksp} = [1.5 \times 10^{-5}][3 \times 10^{-5}]^2$$

$$\text{Ksp} = 13.5 \times 10^{-15} = 1.35 \times 10^{-14}$$

الآن نجد الذوبانية عند $\text{PH} = 10$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

$$\text{POH} = 14 - 10 = 4$$

$$[\text{OH}] = 10^{-\text{POH}}$$

$$[\text{OH}] = 10^{-4}$$



$$\text{Ksp} = [\text{Zn}^{+2}][\text{OH}]^2$$

$$1.35 \times 10^{-14} = (\text{S})(1 \times 10^{-4})^2$$

$$\text{S} = \frac{1.35 \times 10^{-14}}{(1 \times 10^{-4})^2}$$

$$\text{S} = \frac{1.35 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-8}}$$

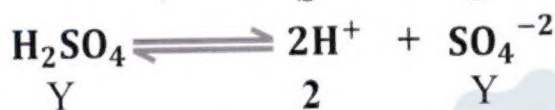
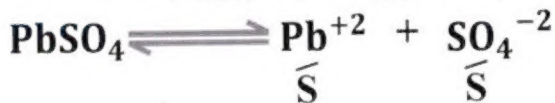
$$\text{Ss} = 1.35 \times 10^{-6} \text{ M}$$

الاثرائيات الخاصة بالذوبانية

تمهيدي 2015: ذوبانية $PbSO_4$ في محلول مائي مشبع منه $= 1 \times 10^{-4}$ كم مللتر من حامض الكبريتيك تركيزه 10 M الواجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل الذوبانية 10^{-6} .

جـ

ثانياً: نجد تركيز H_2SO_4 بوجود $PbSO_4$.



$$K_{sp} = [Pb^{+2}] [SO_4^{-2}]$$

$$10^{-8} = (\bar{S})(Y + \bar{S}) \text{ (يهمل)}$$

$$Y = \frac{10^{-8}}{\bar{S}} = \frac{10^{-8}}{10^{-6}} = 0.01\text{ M} = [H_2SO_4]$$

$$V(\text{mL}) \text{ المحلول المائي} = 1\text{ L} \times 1000\text{ mL/L}$$

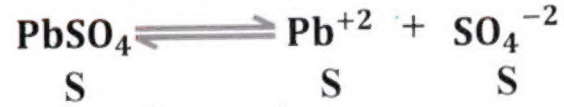
$$V(\text{mL}) \text{ المحلول المائي} = 1000\text{ mL}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$10\text{ M} \times V_1 = 0.01\text{ M} \times 1000\text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0.01\text{ M} \times 1000\text{ mL}}{10\text{ M}} = 1\text{ mL}$$

اولاً: نجد اولاً K_{sp} في المحلول المائي المشبع:



$$K_{sp} = [Pb^{+2}] [SO_4^{-2}]$$

$$K_{sp} = S \times S$$

$$K_{sp} = S^2$$

$$K_{sp} = (1 \times 10^{-4})^2$$

$$K_{sp} = 1 \times 10^{-8}$$

تمهيدي 2014: اذا علمت ان الذوبانية المولارية لكرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلوله المائي المشبع هي $1.2 \times 10^{-5}\text{ M}$ ما عدد مولات كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 التي يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل تركيز ايونات الباريوم $1.44 \times 10^{-8}\text{ M}$.

WWW.IQ-RES.COM

زوروا موقعنا للمزيد

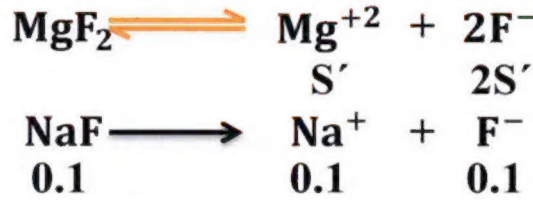
WWW.IQ-RES.COM



ملازم دارالمغرب

خارج القطر 2015: الذوبانية المولارية لفلوريد المغنيسيوم MgF_2 في محلول $0.1M$ من فلوريد الصوديوم NaF تساوي $6.5 \times 10^{-7} M$ ، احسب الذوبانية المولارية لـ MgF_2 في محلوله المائي المشبع، علماً أن $\sqrt[3]{1.625} = 1.18$

الحل / نجد أولاً K_{sp} من تركيز الألكتروليت القوي وذوبانية الملح الشحيح الذوبان



$$K_{sp} = [Mg^{+2}] [F^{-}]^2$$

$$K_{sp} = (S') (0.1 + 2S')^2 \quad (\text{يُهمل})$$

$$K_{sp} = (6.5 \times 10^{-7}) (0.1)^2$$

$$K_{sp} = (6.5 \times 10^{-9})$$

الآن نجد ذوبانيته في المحلول المائي المشبع



$$K_{sp} = [S] [2S]^2$$

$$K_{sp} = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{K_{sp}}{4}$$

$$S^3 = \frac{6.5 \times 10^{-9}}{4}$$

$$S^3 = 1.625 \times 10^{-9} \quad (\text{نأخذ الجذر التربيعي})$$

$$S = 1.18 \times 10^{-3} M$$

حل اسئلة الفصل الثالث

السؤال الاول اختر الاجابة الصحيحة مع بيان السبب بوضوح

1. $PH = 7$ لاحد المحاليل الاتية

أ. NH_4NO_3 ب. $NaNO_2$ ج. $NaNO_3$

لان ملح متعادل مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية لذلك ليس لايونات الموجبة او السالبة التفاعل بشكل $NaNO_3$ الجواب الصحيح

محلول مع جزيئات الماء

2. مقدار التغير في PH يكون كبير جداً عند اضافة HCl بتركيز عالي الى لتر من

أ. الماء المقطر ب. ماء البحر ج. محلول قاعدي

الجواب الصحيح / الماء المقطر والسبب بسبب تفكك HCl التام في الماء النقي ولانه سيكون حراً مما يؤدي الى حدوث انخفاض كبير في PH الماء

3. احد المحاليل الاتية تصل الى حالة اتزان عند التآين

أ. H_2SO_4 ب. CH_3NH_2 ج. KOH

الجواب الصحيح / CH_3NH_2 والسبب لانه الكتروليت ضعيف لا تتآين بشكل تام.

حل باقي اسئلة الفصل كان مع مواضيع الفصل

WWW.IQ-RES.COM

الموقع التعليمي الاول على مستوى العراق



موقع طلاب العراق

” (... شارك رابط موقعنا ...)
مع اصدقائك لتعم الفائدة
ولا تنسونا من صالح دعائكم
“

نتائج

كتب

ملازم

أخبار

أسئلة

التعليم العالي

وزارة التربية

تابعونا ..



@iQRES



/ iQRES



/ NTAAj.iQ

كل ما ينشر في موقعنا من محتوى هو مجاني ولخدمة الطالب العراقي